



Département amélioration  
des méthodes pour  
l'innovation scientifique  
Cirad-amis

Département Cultures annuelles

## DEGERMAGE DU MAÏS AU BURKINA



INTRODUCTION D'UN MATERIEL DE DEGERMAGE DU MAÏS  
AU SEIN D'UNE ENTREPRISE DE TRANSFORMATION :

- Expérimentation et Adaptation
- Approche Technico Économique

### RAPPORT FINAL

Michel RIVIER  
Marie Hélène DABAT  
Jean François CRUZ  
Novembre 2001  
Cirad-amis DOC n° 86/01

<b>AVANT PROPOS.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>I - GÉNÉRALITÉS .....</b>	<b>5</b>
I.1 - L'IMPORTANCE DU MAÏS AU BURKINA FASO.....	5
I.2 - LE DÉGERMAGE DU MAÏS.....	7
I.3 - PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE C.TRA.P.A. ....	7
1 - L'entreprise C.TRA.P.A.....	7
2 - Les techniques utilisées : l'exemple de la production de gritz de brasserie.....	7
3 - Les évolutions souhaitées.....	9
<b>II - EXPÉRIMENTATION DE LA DÉGERMEUSE .....</b>	<b>10</b>
II.1 - PRÉSENTATION DE LA MACHINE .....	10
1 - Caractéristiques .....	10
2 - Fonctionnement.....	10
II.2 - LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES.....	12
II.3 - ESSAIS SUR SITE.....	12
1 - Planification des actions à mener.....	12
2 - Élaboration d'un protocole général .....	13
3 - Essais « d'approche ».....	13
4 - Essais de réglage .....	13
5 - Mise en production.....	15
<b>III - CONCEPTION, RÉALISATION ET ESSAIS DE MATÉRIELS PÉRIPHÉRIQUES .....</b>	<b>15</b>
III.1 - CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN ÉQUIPEMENT DE TRIAGE.....	15
1 - Conception et présentation du trieur rotatif.....	16
2 - Réalisation du trieur rotatif .....	16
III.2 - ADAPTATION DU TRIEUR EN PRÉ-NETTOYEUR.....	16
III.3 - ESSAIS.....	17
1 - Essais du trieur rotatif .....	17
2 - Essais du pré-nettoyeur .....	18
<b>IV - ÉVALUATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES MATÉRIELS.....</b>	<b>20</b>
IV.1 - ÉVALUATION TECHNIQUE DE LA DÉGERMEUSE .....	20
1 - Problèmes d'usure prématurée remarqués, améliorations apportées ou envisagées : ..	20
2 - Évaluation de la dégermeuse, points positifs : .....	20
3 - Évaluation de la dégermeuse, points négatifs : .....	20



IV.2 - ÉVALUATION TECHNIQUE DES MATÉRIELS PÉRIPHÉRIQUES .....	21
1 - Évaluation du trieur rotatif .....	21
2 - Évaluation du pré-nettoyeur .....	21
IV.3 - ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉGERMEUSE .....	21
1 - Évaluation comparative entre transformation sur décortiqueur Engelberg et transformation sur dégermeuse introduite .....	21
2 - Propositions pour l'amélioration de la rentabilité de l'opération de dégermage.....	25
<b>V - ANALYSE FINANCIÈRE DU PROJET DE DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRISE C.TRA.P.A. ....</b>	<b>25</b>
V.1 - CONTEXTE .....	25
1 - Les perspectives de développement de l'entreprise .....	25
2 - La principale contrainte : l'approvisionnement en maïs .....	26
V.2 - L'ANALYSE FINANCIÈRE .....	26
1 - Les hypothèses de l'analyse financière .....	26
2 - Simulations de rentabilité financière.....	29
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXES</b>	

## INTRODUCTION

L'aide financière fournie par le Ministère des Affaires Étrangères nous apporte la possibilité de finaliser une phase importante de travaux initiés depuis de nombreuses années.

Au cours d'une première étape, des modifications ont été apportées et validées en essais à Montpellier avant la mise en caisse et l'expédition maritime puis ferroviaire de la machine vers Ouagadougou au Burkina Faso. Lors d'une première mission (février 2001), elle a été installée dans les locaux de l'entreprise partenaire, la société C.TRA.P.A. (Centrale de Transformation de Produits Agricoles) dont le directeur est M. Biego Samssonna.

Après des essais de mises au point et de réglages sur des variétés locales, une production de lots importants a pu débiter. Ces différentes phases ont respecté des protocoles établis sur place en collaboration avec les ingénieurs / chercheurs de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie (I.R.S.A.T.) du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique du Burkina Faso (C.N.R.S.T.).

Un suivi de la dégermeuse a été réalisé par la mise en place de procédures. Les analyses de laboratoire ont apporté des éléments complémentaires indispensables à l'optimisation des réglages-machine en respectant la rentabilité pour l'entreprise et le cahier des charges clients.

En juin 2001, une mission a permis les essais des « matériels périphériques » préalablement conçus et fabriqués, ainsi que l'évaluation technique et économique de la dégermeuse, dans le but de proposer des principes puis des équipements adaptés aux conditions d'utilisation et de fabrication locales. Le travail a été enrichi par l'étude économique d'un projet d'expansion de l'entreprise partenaire.

Dans le développement de ce rapport, après une présentation du maïs, de l'opération de dégermage, de l'entreprise partenaire puis de la machine, nous exposerons les actions menées et les résultats obtenus. Une évaluation technique et économique de l'ensemble des matériels est présentée. L'analyse financière du projet de développement de C.TRA.P.A. complète ce rapport.



## I - GÉNÉRALITÉS

### I.1 - L'IMPORTANCE DU MAÏS AU BURKINA FASO

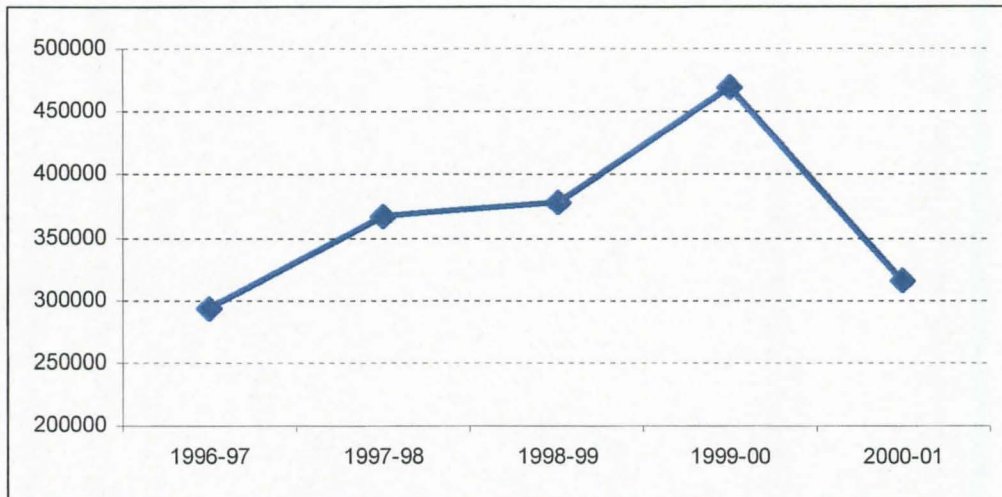
La consommation de céréales est élevée dans les pays sahéliens (Burkina Faso, Mali, Sénégal...). Pour limiter les importations de blé (qui se sont renchéries avec la dévaluation du Fcfa) et valoriser les ressources locales, les efforts de développement ont d'abord concerné la recherche agronomique et l'augmentation du niveau de production agricole. Un intérêt plus récent est porté à la transformation agroalimentaire et la diversification des produits dérivés des céréales traditionnelles pour assurer la sécurité alimentaires des populations (Syfia, 1999).

Le Burkina Faso est un pays fortement agricole, le secteur primaire occupait 84% de la population et représentait 32% du PIB en 1998. Les principales cultures vivrières sont le sorgho (945.000 t en 1998), le millet (600.000 t) et le maïs (370.000 t). La culture du maïs s'est considérablement développée dans le pays. L'irrigation a permis d'améliorer les rendements (2,5 t/ha en zone cotonnière chez les paysans motorisés sans irrigation, plus de 7 t/ha en zone irriguée) et de relancer cette culture dans certaines zones à partir de variétés améliorées. La production nationale est passée de 294.000 t en 1996-97 à près de 470.000 t en 1999-2000 (Graphique 1). Le maïs représentait environ 12% de la production céréalière en 1996/97 et devrait en représenter 21% en 2010 (Satec Développement, 1993). Il est produit dans tout le pays, avec une concentration de la production dans les régions des Hauts Bassins, la Comoé et le Sud Ouest (Graphique 2).

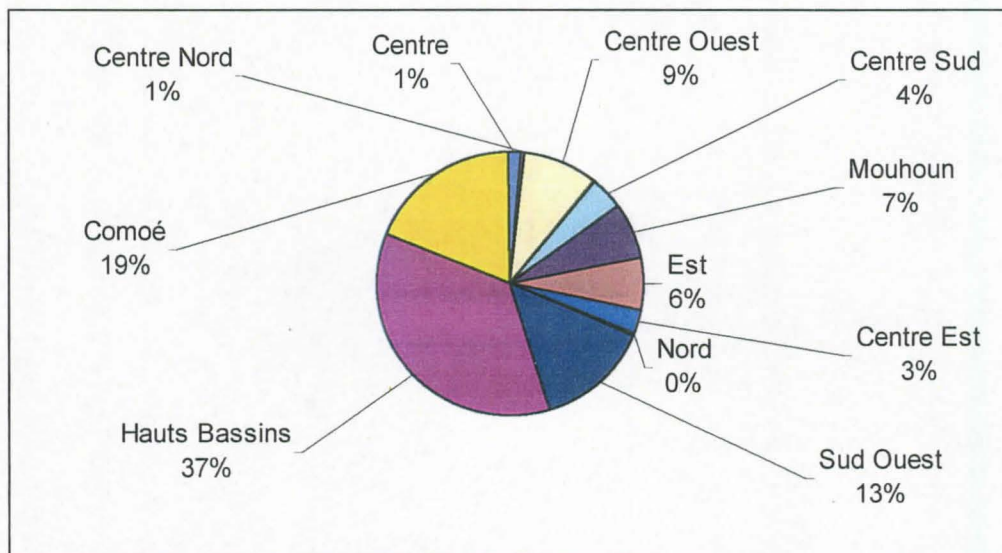
Cette culture vivrière a des débouchés potentiels également importants auprès du secteur industriel (FAO, 1998). Parmi les industries agroalimentaires burkinabé, figurent en bonne place la fabrication de bière et les minoteries. Le maïs entre dans les habitudes culinaires et devient une matière première agricole et industrielle.

Cependant et au delà des problèmes liés à la production (taches stériles, invasion de termites, adventices, etc), son utilisation (notamment industrielle) est soumise à plusieurs contraintes de nature économique ou spécifiques à l'aval de la filière :

- le maïs irrigué, qui a l'avantage de rendements élevés, est faiblement compétitif avec le maïs pluvial (charges de pompage importantes notamment),
- le niveau de prix départ agriculteur est très fluctuant du fait de la variabilité de la production, liée aux aléas climatiques: la production nationale est retombée à 316.000 t en 2000-01,
- enfin malgré les efforts réalisés en matière de stockage du maïs pour réguler l'offre dans la ville de Ouagadougou (FAO, 1998), l'irrégularité des approvisionnements gêne l'organisation d'un système de commercialisation garant d'une certaine stabilité des prix sur les marchés urbains. Il existe encore de grands écarts de prix d'une période à l'autre et d'une région à l'autre (Annexe A).



**Graphique 1 . Evolution de la production de maïs au Burkina Faso**  
(Source : Direction des Etudes et de la Planification / Service des Statistiques Agricoles)



**Graphique 2 . Répartition de la production de maïs au Burkina Faso**  
/ récolte 2000-01  
(Source : Direction des Etudes et de la Planification / Service des Statistiques Agricoles)

Pour satisfaire une demande croissante en produits agro-industriels dans les zones urbaines du pays et pour pallier la contrainte de coût de la matière première, il est possible d'ajouter de la valeur au maïs en élaborant des produits transformés et en valorisant les sous-produits : gritz, farines, son... Cette perspective ne saurait cependant se passer de l'amélioration des connaissances sur les modes et niveaux de consommation de ces différents produits en milieu rural et urbain. Par ailleurs des actions d'accompagnement doivent être menées dans le domaine de la technologie alimentaire pour satisfaire les besoins de produits transformés exprimés par les populations. Il semblerait que les multiples possibilités d'utilisation du maïs dans les pâtisseries, boulangeries, brasseries, ..., donnent à cette culture alimentaire un avenir certain au Burkina Faso dans sa recherche de l'autosuffisance alimentaire.



## I.2 - LE DÉGERMAGE DU MAÏS

Dans le cas du maïs, le décortiquage a pour but d'enlever le péricarpe mais surtout d'ôter le germe pour éviter que l'oxydation des lipides qu'il contient n'altère les qualités organoleptiques (par rancissement) des produits finaux (farine, semoule, gritz). En brasserie, un taux trop important de lipides dans les céréales introduites pour l'élaboration de la bière a un effet indésirable sur la « tenue de la mousse ».

On parle donc souvent de dégermage (Annexe B). Si cette opération est bien maîtrisée au niveau industriel, il n'existe pas ou peu au niveau artisanal ou semi-industriel de matériel suffisamment performant pour permettre une valorisation correcte des productions locales. Les décortiqueurs artisanaux de type Engelberg sont utilisés mais les pertes au décortiquage sont relativement élevées (pertes de fines brisures). De plus, leur emploi nécessite une humidification préalable des grains qui conduit à l'obtention de farines instables (développement de micro-organismes). D'autres décortiqueurs de type PRL à disques abrasifs n'effectuent qu'un dégermage partiel des grains ; les produits obtenus ne répondent donc pas aux normes exigées notamment en brasserie.

## I.3 - PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE C.TRA.P.A.

### **1 - L'entreprise C.TRA.P.A.**

La Centrale de Transformation de Produits Agricoles emploie environ 20 personnes à temps complet et une soixantaine d'intérimaires en période de forte activité. L'usine et le siège social sont situés à Ouagadougou, route de Fada. L'entreprise transforme et conditionne différentes céréales (maïs, sorgho, mil). Les produits commercialisés sont des farines (fermentées ou non), des semoules et des produits roulés. Quelques 40 tonnes de maïs brut sont transformées hebdomadairement depuis que C.TRA.P.A. a obtenu un marché important pour la fourniture de gritz de maïs aux Brasseries du Burkina. Pour satisfaire la demande, elle en livre 20 tonnes par semaine. Environ 6 tonnes de farine et semoule (en faible proportion) sont également produites. En période chaude (mars, avril, mai), 300 kg de farine fermentée sont fabriqués chaque jour.

Cette jeune société en plein développement utilise aujourd'hui des procédés et des équipements traditionnels (disponibles sur les marchés locaux). De nombreuses tâches sont encore effectuées manuellement et nécessitent une manutention importante et pénible. Depuis un an, M. Biego S., directeur de cette société, a entrepris une réflexion et des recherches pour structurer et optimiser ses outils de production. Il a recherché des matériels au Burkina Faso et dans la « sous région » (Mali, Bénin, Togo, Ghana, Côte d'Ivoire). Mais le secteur équipementier est très peu développé (particulièrement au Burkina) et « l'offre » assez limitée. Les rares revendeurs importent généralement du matériel de France.

### **2 - Les techniques utilisées : l'exemple de la production de gritz de brasserie**

La présentation ci-dessous (figure 1) de la production de gritz de brasserie permet de se rendre compte du nombre d'opérations unitaires et de leur pénibilité (Annexe C).

CIRAD-DIST  
Unité bibliothèque  
Lavalette

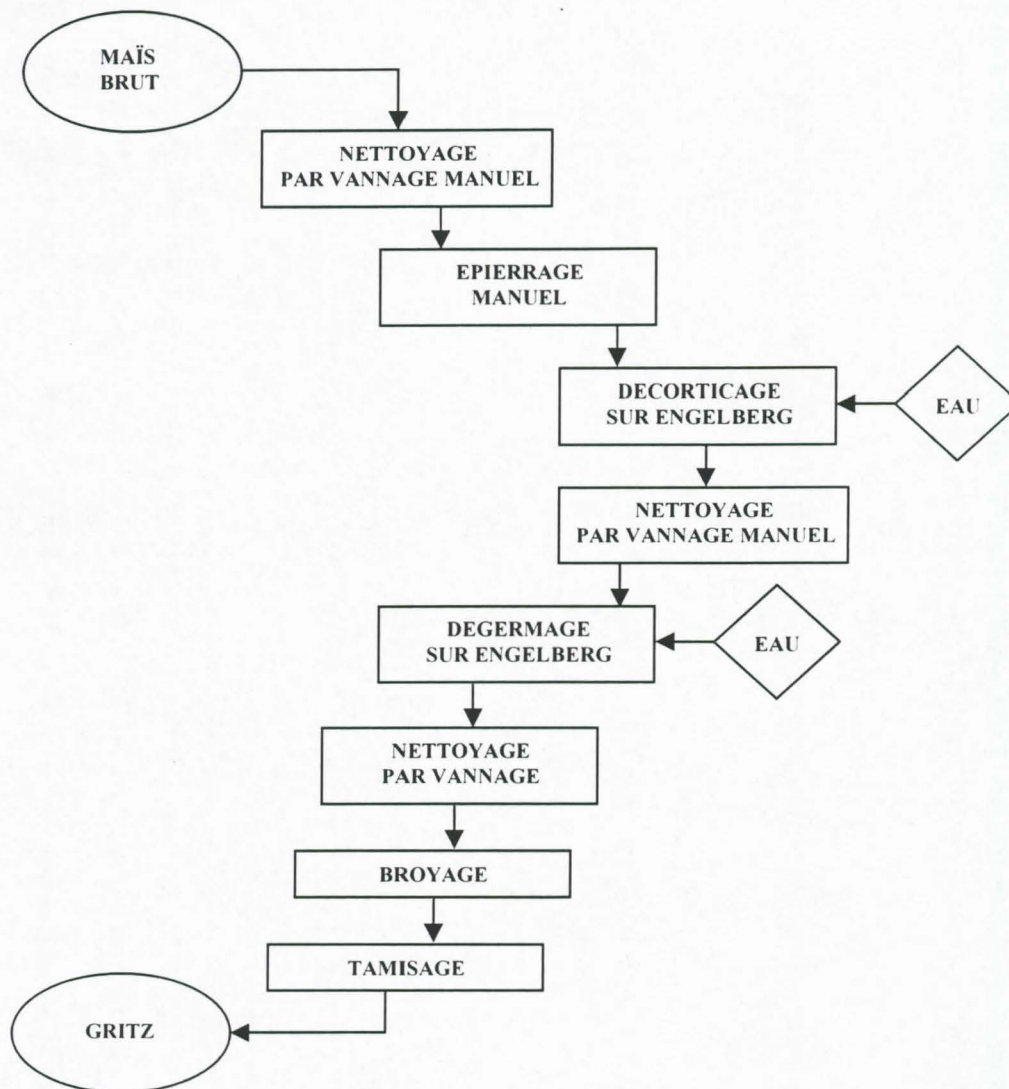


Figure 1 . Diagramme de production de gritz chez C.TRA. P.A.

▪ **Le maïs brut** provient de différentes zones de production (Sud et Ouest du pays). Il est acheminé par camion une fois par semaine (40 tonnes). M. Biego a conclu des accords de partenariat fort avec des associations de paysans. Il apporte une aide pour les intrants et lors de négociations préalables, il s'engage à acheter les quantités annoncées au prix de vente fixé. Les paysans s'efforcent de lui fournir un produit de qualité. Cependant les techniques d'égrenage restent encore traditionnelles : les épis sont déposés au sol (au champ ou sur des routes) et sont égrenés par le passage d'animaux ou de véhicules. On retrouve après ramassage, de nombreuses impuretés : pailles, poussières, pierres, morceaux de rafles. Le pré-nettoyage est donc indispensable ( vannage manuel et épierrage).

▪ **Nettoyage par vannage manuel et épierrage** : les opératrices travaillent « par sac de 100 kg ». Elle se positionnent sur des aires bétonnées et versent le contenu de calebasse vers des bassines au sol. Le vent sépare les impuretés légères.

Les sacs sont ensuite reformés puis transmis à d'autres opératrices qui procèdent à l'épierrage manuel. Sous l'action d'un mouvement rotatif imprimé à une calebasse contenant maïs et pierres, la séparation se fait par densité. Les pierres sont enlevées une à une du récipient puis par un tri final sur le sol.



▪ **Décortiquage** : il est effectué avec un décortiqueur Engelberg de fabrication indienne (débit de 500 kg/h environ). Les opératrices apportent des bassines contenant environ 17 kg de maïs. Trois ouvriers s'occupent de la machine. Le premier humidifie la surface des grains de maïs par adjonction d'un bol d'eau par bassine puis par brassage manuel. Il remplit ensuite la trémie d'alimentation. Le deuxième contrôle le débit d'entrée dans la machine et le remplissage de cette dernière avec deux bâtons de section carrée (jouant les rôles de trappes d'entrée et de sortie). Le troisième vérifie le remplissage des sacs et procède à leur renouvellement.

▪ **Nettoyage par vannage manuel** : lors du décortiquage, les sons sont mal séparés par la machine. On en retrouve sur les grains de maïs décortiqués. Des opératrices procèdent à un vannage en utilisant la même technique que lors du pré-nettoyage.

▪ **Dégermage** : Même opération que lors du décortiquage (avec un matériel Engelberg fabriqué en Côte d'Ivoire, débit de 700 kg/h environ).

▪ **Nettoyage par vannage manuel** : même opération que lors du pré-nettoyage.

▪ Un **broyage** et un **tamissage** sont nécessaires pour l'obtention de gritz calibrés.

▪ **Les gritz** ainsi obtenus sont stockés en sac avant leur expédition .

La multiplicité des opérations pénalise l'entreprise sur plusieurs points :

- la réactivité par rapport à la demande : le traitement de lots de 10 tonnes nécessite une trentaine d'heures de travail (jour / nuit / matinée).
- les coûts de main d'œuvre induits par les transferts manuels, le pré-nettoyage, l'épierrage et les nettoyages successifs : une opératrice traite environ 300 kg de maïs (toutes opérations de nettoyage confondues) par journée de 9 heures de travail.
- les rendements de dégermage sont faibles (environ 55%) : les grains sont trop « usinés » par les deux passages en décortiqueurs Engelberg ; des brisures issues du décortiquage sont transformées en farine lors du deuxième passage.
- l'importance des surfaces de travail nécessaires.

### 3 - Les évolutions souhaitées

En phase de démarrage d'activités de l'entreprise, son directeur a choisi les céréales à transformer en fonction des demandes, des habitudes alimentaires locales et des conclusions d'enquêtes de consommation. Les productions de farines et de semoules ont constitué un premier débouché.

La demande des Brasseries du Burkina pour la production de gritz de maïs a généré un surcroît d'activité. C.TRA.P.A. doit pouvoir répondre à la demande en respectant le cahier des charges du brasseur (**taux résiduel de lipides inférieur à 1%**, granulométrie normée du produit livré, Annexe D) tout en conservant un minimum de rentabilité. Les pressions exercées par la concurrence ont amené M. Biego à réduire son prix de vente. Cette situation est d'autant plus délicate que le prix du maïs brut a subi une forte augmentation au premier trimestre 2001, liée à une mauvaise récolte de l'année 2000.

Aujourd'hui, l'entreprise doit rester compétitive et rechercher de nouveaux marchés. Pour cela une politique réfléchie d'organisation et d'étude ergonomique des tâches est en cours ; l'acquisition d'équipements est devenue une nécessité pour mécaniser ou optimiser certaines opérations : pré-nettoyage, épierrage, décortiquage-dégermage, broyage, tamissage, fabrication de produits roulés, conditionnement ...



## II - EXPÉRIMENTATION DE LA DÉGERMEUSE

### II.1 - PRÉSENTATION DE LA MACHINE

#### 1 - Caractéristiques

La dégermeuse, fabriquée par la société brésilienne Maquina d'Andrea, est constituée de trois modules superposés (Annexe E):

- l'alimentation : une trémie à base rectangulaire de 65 litres est munie en partie inférieure d'une trappe pivotante (admission du produit dans la chambre de dégermage).

- le module de dégermage : la chambre est formée par deux demi cylindres, l'un en tôle pleine en partie supérieure, l'autre en tôle perforée en partie inférieure. Un rotor équipé de couteaux tourne à l'intérieur de la chambre. La vitesse de rotation du rotor est de 800 t/mn. En fin de dégermage, l'ouverture d'une trappe de vidange permet de transférer le mélange grains (entiers et brisures) sur une table de tri.

- la table de tri à plateaux oscillants : la séparation se fait par différence granulométrique. Une première grille (tôle à trous ronds de  $\varnothing$  6mm) retient les grains entiers. La seconde grille (grillage à mailles de 4 x 4 mm) retient les grains brisés et laisse passer les germes et le son résiduel.

<b>Module alimentation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capacité de trémie : 65 litres</li> </ul>
<b>Module dégermage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vitesse de rotation du rotor : 800 t/mn</li> <li>• équipé de 36 couteaux</li> <li>• tôle perforée à trous oblongs de 16 x 2mm</li> </ul>
<b>Module séparation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 480 oscillations par mn</li> <li>• plateau en tôle perforée à trous ronds de <math>\varnothing</math> 6mm</li> <li>• plateau en grillage à mailles de 4 x 4 mm</li> <li>• 3 sorties               <ul style="list-style-type: none"> <li>- sons, germe et fines brisures</li> <li>- brisures</li> <li>- grains entiers</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 1 .** Tableau récapitulatif des caractéristiques de la dégermeuse

#### 2 - Fonctionnement (figure 2)

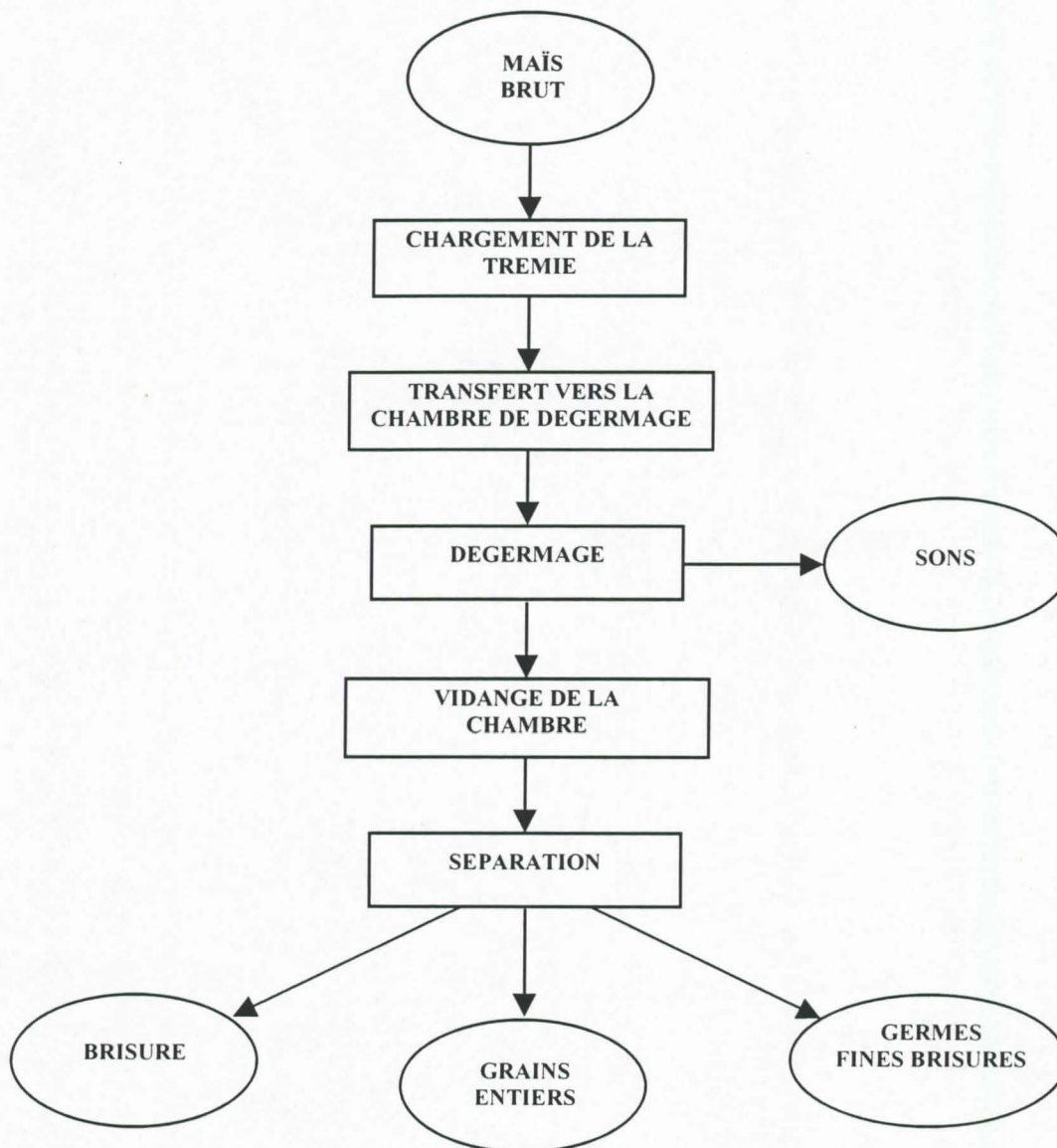
Le maïs est versé dans la trémie (de 10 à 15 kg selon les variétés et les résultats attendus) puis l'opérateur ouvre la trappe d'admission pour le transférer dans l'enceinte de dégermage. Les germes sont arrachés par cisaillement lors du brassage des grains sous l'action des couteaux. Les sons (péricarpe) passent en continu par les trous oblongs de la tôle perforée et tombent sur la table de tri.

Au bout d'un temps prédéfini (variable selon les variétés et les résultats attendus), on vidange l'enceinte par l'ouverture de la trappe située sous la tôle perforée. Grâce à la table de tri oscillante, on sépare vers trois sorties différentes les sons et germes (sur une



sortie latérale), les grains entiers (sur le devant) et les grains brisés (sur une deuxième sortie latérale).

L'opération se fait à sec. Les grains entiers et les grains brisés sont propres (vannage non nécessaire).



**Figure 2 .** Fonctionnement de la dégermeuse

## II.2 - LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES

Lors des essais effectués à Montpellier, nous avons relevé des points sur lesquels nous devons intervenir avant l'expédition de la machine.

- motorisation : pour les essais réalisés dans la halle du Cirad, la dégermeuse a été accouplée à une cellule motrice équipée d'un moto-variateur et d'appareillage de mesures de la vitesse et de la puissance absorbée. Après validation sur essais, nous avons choisi de faire tourner le rotor à 800 t/mn. Un moteur électrique de 5.5 kW a été installé sur un châssis pivotant qui permet de régler la tension de la courroie de transmission.

- sécurité des opérateurs : un carter de protection des organes tournants (poulies, courroies, arbre) a été fabriqué et positionné.

- trappe d'alimentation : lorsque le maïs est dans la chambre de dégermage, on observe des projections de grains vers le haut, dues à un mauvais ajustage de la tôle de la trappe. Une bavette caoutchouc a été fixée pour parfaire l'étanchéité.

- passage du rotor dans les flasques latéraux de la chambre de dégermage : le diamètre d'alésage des flasques est trop important et des grains s'en échappent. Des éléments en tôle ont été rapportés.

- montage de plots élastiques comme pieds de machine pour diminuer les vibrations.

En réponse à des critères de compacité et de coût, la machine a été conçue de façon à ce que les deux fonctions de service principales, le dégermage et le tri des sous produits, soient intégrées sur un seul et même équipement.

Toutefois ce concept peut être critiqué par le fait que lors de l'utilisation, nous constatons que les vibrations engendrées par le système de tamisage occasionnent deux problèmes importants : l'instabilité de la machine et son usure prématurée. De plus la réalisation de ce module ne peut se faire que par des ateliers bien équipés rendant difficile une éventuelle fabrication locale dans la plupart des Pays du Sud. Nous avons donc souhaité travailler suivant deux axes :

- évaluer la dégermeuse dans sa configuration d'origine afin de connaître ses capacités, ses performances et surtout son aptitude à travailler dans des conditions dures de production. C'est en partie le travail effectué au cours de ce projet.

- prévoir des solutions pour remédier aux problèmes précédemment évoqués puis constatées lors de l'expérimentation. L'idée principale est de scinder la machine en deux, et d'utiliser un trieur rotatif de conception et réalisation simples. Ce nouveau matériel pourrait également jouer le rôle de nettoyeur.

Une nouvelle poulie à gorge trapézoïdale a été fixée sur l'arbre du rotor ; après désolidarisation de la table vibrante (suppression de la courroie plate d'entraînement), une nouvelle courroie trapézoïdale reliera le trieur rotatif à l'axe du rotor. Une ouverture obturable par capot a été réalisée dans le carter de protection.

## II.3 - ESSAIS SUR SITE

### **1 - Planification des actions à mener**

En début de première mission (effectuée du 2 au 12 février 2001), au cours d'une entrevue avec le chef du Département Mécanisation de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie (I.R.S.A.T.) et du directeur de C.TRA.P.A., il a été discuté de la programmation et des moyens à mettre en œuvre au cours des jours suivants. Il nous a semblé important de structurer les activités à l'aide d'un protocole élargi (Annexe F)



## 2 - Élaboration d'un protocole général

Il a été discuté, rédigé puis soumis aux acteurs du projet. Dans ce dossier (Annexe F), un mode opératoire définit les grandes phases suivantes :

- mise en place de la machine,
- préparation de l'environnement (hommes, locaux, matériel),
- essais divers (réglage, mise en production),
- suivi technique.

## 3 - Essais « d'approche »

Les travaux réalisés à Montpellier avaient permis de valider certains paramètres de fonctionnement, comme la quantité de produit à transformer par "batch" : environ 15 kg.

Quelques lots de maïs de variété SR22 ont été usinés. La planification des essais suivants s'est faite par l'étude des rendements en grains dégermés et surtout par un contrôle visuel.

## 4 - Essais de réglage

Pour préparer la phase de production en continu, quatre variétés de maïs ont été livrées :

**SR22, FBC6, Mamanba, Massongo**

Pour chacune d'entre elles, des échantillons ont été prélevés pour caractérisations physico-chimiques (v. Annexe H et J). Les valeurs sont données dans le tableau ci-dessous.

	Matière Sèche (en g/100g MB)*	Humidité (en g d'eau/100g MB)*	Taux de lipides ( / MB)*	Dureté	Poids de 1000 grains (g)
SR22	91,54	8,46	4,17	43,60 friable moy.	2309,9
FBC6	92,26	7,74	4,79	40,21 dur	2688,2
MAMAMBA	89,01	10,99	4,24	52,88 très friable	2485,2
MASSONGO	90,85	9,15	4,91	46,02 friable +	2956,2

\* : MB = matière brute

**Tableau 2 .** Tableau récapitulatif des caractéristiques matières premières

Le temps de dégermage a été le seul paramètre étudié. On cherchait à obtenir le meilleur rendement (rentabilité pour l'entreprise) en respectant le taux de lipides inférieur à 1% imposé par le cahier des charges des brasseries.

Les résultats obtenus permettent de fixer le temps d'usinage pour chaque variété et de choisir celle(s) qui sera la plus adaptée à ce type de transformation. Des temps de passage de 5 et 6 mn ont été appliqués sur les quatre variétés (un essai supplémentaire à 7 mn sur SR22). Les mesures de teneur en eau et en lipides (protocole d'extraction des lipides en Annexe G) ont été effectuées par l'unité de recherche « nutrition, alimentation, sociétés » de l'IRD de Montpellier (UR106). Les mesures de dureté (protocole de mesure

de la dureté du maïs en Annexe I) ont été réalisées par le laboratoire de technologie des céréales du Cirad-Ca. Les fiches de mesures de lipides, de dureté et d'essais sont en Annexes H, J et K et résumées ci-dessous

	Taux de lipides matière première (% / MB)*	Humidité (en g d'eau / 100g MB)*	Dureté	Temps de passage (mn)	Rendement de dégermage (%)	Taux de lipides produit fini (% /MB)*
SR22	4,17	8,46	43,60 friable moyen	5	65,66	0,80
				6	?? 59,77 ??	0,68
				7	61,11	0,53
FBC6	4,79	7,74	40,21 dur	5	68,89	0,99
				6	65,77	0,75
MAMAMBA	4,24	10,99	52,88 friable	5	60,66	1,81
				6	56,22	1,32
MASSONGO	4,91	9,15	46,02 friable +	5	63,11	1,31
				6	60,22	1,01

\* : MB = matière brute

**Tableau 3 .** Tableau récapitulatif des essais de réglage

Observations :

- L'essai à 6 mn sur SR22 doit être écarté car le résultat en rendement ne semble pas correct (sacs charançonnés ?).
- Pour les variétés SR22 et FBC6, pour des temps de dégermage de 5 mn, la valeur résiduelle de 1% de teneur en lipides n'est pas dépassée et on obtient des résultats en rendement exceptionnels : entre 65 et 69 %, à comparer au 55 % en usinage sur décortiqueur Engelberg. En 6 mn, on diminue fortement la teneur en lipides sans faire chuter exagérément le rendement.  
Ces résultats sont d'autant plus remarquables que les teneurs initiales en lipides sont élevées.
- Il est à noter que les deux variétés SR22 et FBC6 possèdent des indices de dureté faibles, les classant comme variétés de maïs dur plus adaptées à ce type de transformation.
- Pour les variétés Mamamba et Massongo, les résultats sont moyens à mauvais. Une augmentation des temps de dégermage aurait pour effet de diminuer certes, le taux de lipides, mais aussi et de manière trop



importante le rendement ; cela diminuerait notablement l'intérêt pour la machine.

- On remarquera que la teneur en eau de ces deux variétés est élevée : il sera intéressant de refaire des essais pour étudier si ce paramètre peut avoir un effet sur la qualité du dégermage.

### 5 - Mise en production

Lors de la première mission, deux lots (variété SR22) ont été transformés (fiches de production en Annexe L). Au cours de ces travaux, l'organisation de l'atelier de transformation a pu être appréhendée. Les opérateurs se sont familiarisés à leur poste de travail et la cadence de production a pu être évaluée. On se rend compte qu'un temps « mort » de 30 secondes est nécessaire entre deux "batchs" de 15 kg de maïs dégermés en 5 minutes. Le débit machine est donc de 165 kg/h. La consommation électrique a pu être relevée : env. 1,7 kWh pour 100 kg de produit brut transformés. Les valeurs de rendements sont plus représentatives, les effets de « tête et de queue » étant estompés : rendement de 64,5 % (5 mn de temps de passage).

Au cours des semaines qui ont suivi la mission et en fonction des résultats des analyses, la dégermeuse a été utilisée en production. Afin de faciliter le travail d'évaluation technico-économique, des fiches (fiches C et D, Annexe F) de maintenances préventives journalière et hebdomadaire ont été établies. Nous avons également convenu avec M. Biego et les collègues de l'IRSAT de faire un point technique chaque fois que 10 tonnes de maïs auront été transformées. Sur une fiche de suivi (fiche E, Annexe F), il a été prévu de relever les informations suivantes :

- usure des grilles.
- usure des tôles perforées.
- usure des couteaux par le relevé comparatif de la forme extérieure et de l'épaisseur de trois couteaux témoins (Fiches E BIS a, E BIS b , E BIS c , Annexe F).

## III - CONCEPTION, RÉALISATION ET ESSAIS DE MATÉRIELS PÉRIPHÉRIQUES

Pour pallier les problèmes pressentis et évoqués au paragraphe II.2 (instabilité et usure prématurée dues à la table vibrante, fabrication locale délicate), une étude de conception d'un équipement de triage susceptible de remplacer la table vibrante a été effectuée. Pour des raisons de délai et d'éloignement géographique, il n'a pas été possible de faire travailler une entreprise burkinabé sur la fabrication du prototype ; toutefois la technologie a été conçue de façon à ce que les compétences locales puissent s'approprier ultérieurement la technique.

### III.1 - CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN ÉQUIPEMENT DE TRIAGE

La table vibrante intégrée sur la dégermeuse a pour fonctions de service principales, de réceptionner puis de séparer les co ou sous-produits issus du dégermage en trois lots : sons et germes, grains entiers et brisures. Ces deux derniers sont récupérés pour l'élaboration des gritz de brasserie.



## 1 - Conception et présentation du trieur rotatif

Ils existent plusieurs principes de fonctionnement (Marouze C., 2000<sup>1</sup>) pour répondre à notre cahier des charges : séparation par dimension, séparation par densité, séparation par couleur, séparation par combinaison des précédents.

Pour respecter les contraintes imposées par la fabrication et l'utilisation locales, nous avons choisi de concevoir l'équipement sur la base du principe de triage par dimension (épaisseur et/ou largeur du produit à traiter). Il s'agit du principe le plus utilisé pour la séparation des grains et graines. Le produit passe au travers d'un élément perforé (grille) composé soit d'une tôle perforée soit d'un treillis métallique. Il est nécessaire d'assurer un mouvement relatif du produit par rapport à la grille, mouvement de rotation de la grille de forme cylindrique dans notre cas.

Caractéristiques du trieur : il est constitué des éléments suivants (Annexe M):

- le châssis : un assemblage de tubes carrés de section 40 x 40 mm supporte le système d'entraînement du cylindre de triage, la goulotte d'admission et forme les pieds de la machine.
- le système d'entraînement : sur le châssis tubulaire est fixé un moto-réducteur à axe creux (0,35 kW) dans lequel s'insère l'arbre de transmission. Ce dernier est maintenu à l'autre extrémité par un palier à semelle. Dans deux poulies goupillées sur l'arbre viennent se loger deux courroies trapézoïdales ; elles transmettent le mouvement de rotation au cylindre tout en le positionnant verticalement. Deux galets fixés sur le châssis assurent les positionnements radial et axial du cylindre.
- le cylindre de triage : il est composé de deux jantes de vélo de 24 pouces sur lesquelles sont rivetées des flasques (entrée et sortie) en tôle ; entre ces deux éléments, un grillage à mailles de 50 x 50 mm a été soudé et forme l'ossature pour la grille de séparation constituée de toile métallique. Cette dernière est agrafée sur la grille à mailles carrées. La vitesse de rotation du cylindre est de 28 t/mn.
- la goulotte d'admission du produit : en tôle d'aluminium, elle est fixée sur le châssis par boulonnage.

## 2 - Réalisation du trieur rotatif

Le trieur a été fabriqué dans l'atelier de construction mécanique du Cirad à Montpellier. Le châssis est entièrement démontable (emboîtement des tubes et boulonnage), ce qui permet de loger l'ensemble des composants à l'intérieur du cylindre de triage, de réduire le volume de la caisse d'emballage et de minimiser les coûts d'expédition.

### III.2 - ADAPTATION DU TRIEUR EN PRÉ-NETTOYEUR (Annexe M)

Pour éliminer les impuretés contenues dans la matière première, le principe de fonctionnement choisi pour le trieur peut convenir. Une tôle perforée (perforations de Ø 6 mm) est positionnée entre deux flasques fabriqués pour cette nouvelle fonction. Le montage du cylindre rotatif sur les courroies de transmission et de maintien est très aisé ; quelques secondes suffisent pour passer d'une configuration de trieur à celle de pré-nettoyeur.

---

<sup>1</sup> Marouze C., 2000. Inventaire des principes de décortilage-blanchiment, de séparation et de battage. Projet CFC/ICG – (FIGG/02). Activité n°6. Rapport Cirad Amis n° 58/00.



### III.3 - ESSAIS

#### 1 - Essais du trieur rotatif

Sur la table vibrante de la dégermeuse, la toile métallique de triage sons / germes et le produit commercialisable est à mailles carrées d'ouverture 4 mm. Le trieur rotatif a été équipé de ce type de toile.

Des "batches" de 15 kg sont usinés sur la dégermeuse pendant 5 mn. Les sons sont récupérés en cours d'usinage. En fin de temps de dégermage, le mélange de sons résiduels, germes, grains entiers et brisures est recueilli sur une tôle pleine (fixée préalablement sur la table vibrante) puis déposé par un opérateur dans la goulotte du trieur. Les sons, germes et fines brisures (sous produits) sont récupérés sur une bâche déposée préalablement sur le sol ; les grains entiers et grosses brisures (produit commercialisable) sont prélevés en sortie du cylindre dans un récipient prévu à cet effet.

Les mesures effectuées sur ce type de triage sont à comparer (tableau ci-dessous) avec celles liées à un triage par la table vibrante de la dégermeuse.

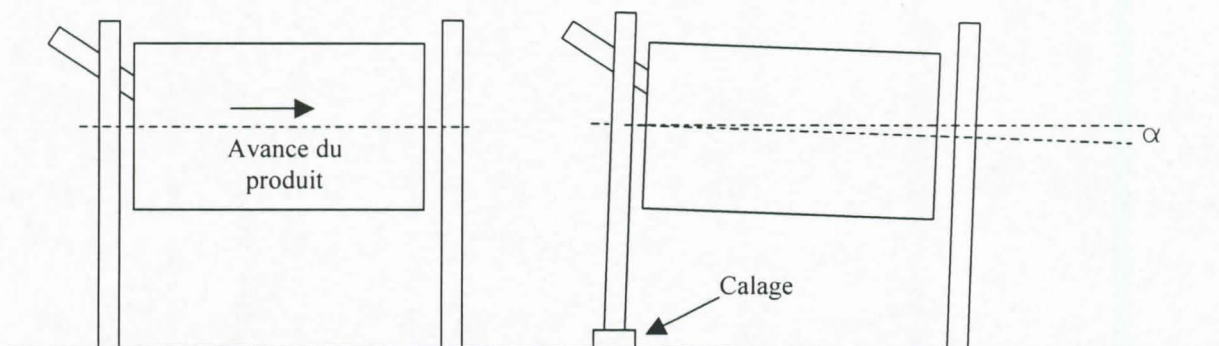
	Produit traité (kg)	Sous produits (kg)	Produit commercialisable (kg)	Rendement en produit commercialisable (%)
Triage par table vibrante	45	13,5	31,4	69,8
Triage par trieur rotatif	45	20,8	23,9	53,1

**Tableau 4 .** Tableau comparatif du premier essai de triage rotatif

Observations :

- On note un rendement en produit commercialisable (entiers et brisures) très faible par rapport à ce que l'on obtenait avec la table vibrante.
- Sur la bâche installée sous le trieur, on remarque une quantité importante de fines brisures.
- Le débit de triage est d'environ 1000 kg/h.

Pour essayer d'améliorer la qualité du triage, une toile métallique à mailles carrées d'ouverture 3,15 mm a été montée sur le cylindre. L'angle d'inclinaison du trieur est également modifiable afin d'étudier son influence. Pour cela, des cales de différentes épaisseurs sont positionnées sous le pied "coté entrée du produit".



	Produit traité (kg)	Rendement en produit commercialisable (%)	Taux de lipide dans produit commercialisable (% /MB)*
$\alpha = 0^\circ$	45	62,2	1,18
$\alpha = 2^\circ$	45	65,6	1,36
$\alpha = 4,5^\circ$	45	64,9	1,29

\* : MB = matière brute

**Tableau 5 .** Tableau récapitulatif des essais sur trieur rotatif avec variation de l'angle d'inclinaison

Observations :

- Avec la toile métallique à mailles carrées d'ouverture 3,15 mm, le rendement en produit commercialisable (entiers et brisures) est beaucoup plus important.
- Lorsqu'on incline le trieur, le rendement croît légèrement sans atteindre celui obtenu avec la table vibrante. Mais on observe également un taux de lipide plus important.
- Le débit de triage est d'environ 1000 kg/h.

On se rend compte que le principe de fonctionnement conditionne fortement le triage. A partir de la même grille, les résultats sont très différents si l'on compare les deux types de séparation : mouvement plan alternatif d'une table dans un cas et rotation d'un cylindre dans l'autre. Les essais de réglage de la pente du trieur et la modification des caractéristiques de la grille ont apporté des améliorations notables en terme de rendement mais pas sur le plan de la teneur en lipides.

## 2 - Essais du pré-nettoyeur

Le cylindre en toile métallique est remplacé par le cylindre en tôle perforée. L'équipement a été installé en extérieur et testé sur du maïs brut.

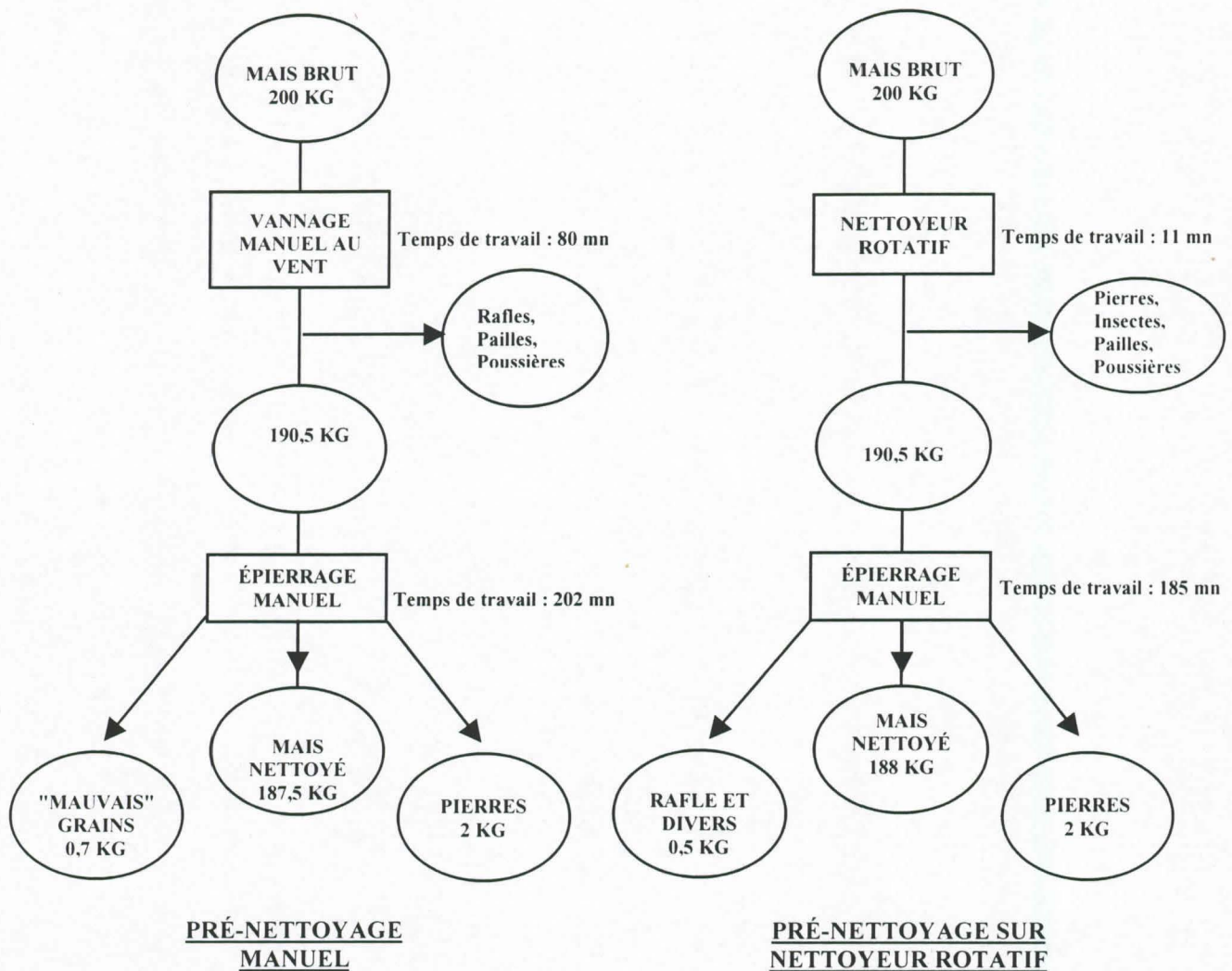
Un opérateur alimente en continu le pré-nettoyeur grâce à des bassines (Annexe M). Les fines particules (poussières, brisures, petits cailloux, insectes, ..., Annexe M) tombent au sol. En bout de cylindre, on récupère le produit directement en sac.

Observations sur les essais de pré-nettoyage :

- Le pré-nettoyeur est légèrement incliné (d'un angle  $\alpha$  d'environ  $2^\circ$ ) pour faciliter la progression du produit.
- Le vannage des poussières les plus fines a été important grâce à la présence de vent lors des essais.
- Il subsiste dans le produit nettoyé les plus grosses impuretés telles que rafles et gros cailloux.
- Le débit de pré-nettoyage est supérieur à 1000 kg/h (1000 à 1200 kg/h)



Pour situer l'efficacité du pré-nettoyeur, nous avons nettoyé en parallèle deux lots de maïs : un sur la machine et l'autre manuellement (technique utilisée chez C.TRA.P.A.).



**Figure 3 . Essais comparatifs de pré-nettoyage**

Observations :

- Le produit issu du pré-nettoyeur a été repris par une opératrice pour parfaire le nettoyage.
- Les quantités de produits et sous produits sont sensiblement identiques dans les deux cas.
- Le débit du pré-nettoyeur est d'environ 1100 kg/h.
- Le travail effectué par le pré-nettoyeur remplace efficacement le vannage manuel, qui est une tâche longue et pénible ; elle est réalisée par des opératrices, debout en plein soleil. Le gain de temps est de 700 % pour cette seule opération.
- Le pré-nettoyage facilite aussi l'épierrage final.
- Le gain de temps total est de 40 % environ.

## IV - ÉVALUATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES MATÉRIELS

### IV.1 - ÉVALUATION TECHNIQUE DE LA DÉGERMEUSE

La machine d'origine brésilienne a pu être testée dans de bonnes conditions dans les locaux de l'entreprise C.TRA.P.A.. Toutefois nous n'avons pas pu transformer les quantités prévues ; le prix du maïs ayant subi une forte augmentation, le directeur de C.TRA.P.A. a suspendu son approvisionnement auprès des Brasseries du Burkina.

Les dix à quinze tonnes de produit usinées ont cependant permis de faire un bilan sur le comportement de ce matériel en conditions de fonctionnement "dures".

#### **1 - Problèmes d'usure prématurée remarqués, améliorations apportées ou envisagées (Annexe N) :**

- Trémie d'alimentation : les angles de celle ci se sont "déchirés" et les points de fixation sur le module de dégermage ont été endommagés. Des cornières ont été rapportées sur les angles afin de rigidifier la structure de la trémie et apporter de l'inertie compensant les vibrations. Des plaques de tôle épaisse ont été soudées au niveau des points de fixation.
- Module de dégermage : un goujon de fixation de ce module sur le châssis de la machine a dû être changé (rupture du goujon). Un diamètre plus important serait souhaitable.
- Table vibrante : la liaison entre la table et le châssis est réalisée par l'intermédiaire de lattes en bois. Les quatre points de fixation entre la table et les lattes se sont déformés. Des renforts en fer plat ont été mis en place.
- En général, de nombreuses vis et boulons se desserrent rapidement.

Tous les problèmes évoqués ci-dessus proviennent des vibrations engendrées par le mouvement alternatif de la table de triage. La séparation des modules de dégermage et de séparation serait une solution pour fiabiliser l'équipement.

#### **2 - Évaluation de la dégermeuse, points positifs :**

La dégermeuse répond parfaitement à la demande exprimée par de petits ateliers de transformation. Le principe de fonctionnement de dégermage est très efficace quand on observe les rendements d'usinage et les taux de lipides obtenus. De plus, son utilisation est simple et les fonctions de dégermage et de nettoyage sont assurées en un seul passage. La table de triage effectue une séparation irréprochable. La récupération des produits et sous produits est aisée. Si l'on excepte les problèmes induits par les vibrations, l'ensemble des pièces mécaniques travaillantes supporte bien une utilisation intensive ; les contrôles effectués sur les couteaux et la grille de la chambre de dégermage l'attestent.

#### **3 - Évaluation de la dégermeuse, points négatifs :**

Cet équipement travaille en "batches", ce qui peut compliquer, le cas échéant, la mécanisation de l'alimentation. L'intégration du système de nettoyage sur le même châssis occasionne des vibrations sur l'ensemble de l'équipement ; une maintenance préventive sérieuse est indispensable mais n'exclut pas des problèmes d'usure prématurée. La conception de la table de séparation rend la fabrication locale difficile.



## IV.2 - ÉVALUATION TECHNIQUE DES MATÉRIELS PÉRIPHÉRIQUES

### **1 - Évaluation du trieur rotatif**

Mécaniquement, l'équipement conçu et réalisé est très simple. Il peut être fabriqué sans aucun problème en construction locale. La prise en main par un utilisateur est rapide. Cette technologie pourrait venir en substitution de la table de triage. Toutefois, un travail complémentaire d'études et d'essais devra être mené pour valider ce principe de triage. En effet lors des expérimentations, on a pu constater que la séparation par dimension sur cylindre (mouvement rotatif) n'apportait pas les mêmes résultats que ceux obtenus sur la table (mouvement plan alternatif).

Les travaux de mises au point finales porteraient sur l'étude de :

- L'action de grilles de même profil (toile métallique à mailles carrées) mais de dimensions différentes.
- L'action de cylindres en tôle perforée de trous cylindriques ou oblongs.
- L'interaction de plusieurs cylindres successifs équipés de grilles et/ou de tôles.
- L'influence de l'angle d'inclinaison.
- La variation de la vitesse de rotation du cylindre.
- ...

L'étude de l'influence de tous ces facteurs sur les réponses liées aux rendements d'usinage et taux de lipides dans le produit commercialisable permettra de confirmer ou d'infirmer s'il est judicieux de proposer un trieur rotatif en alternative à la table vibrante.

### **2 - Évaluation du pré-nettoyeur**

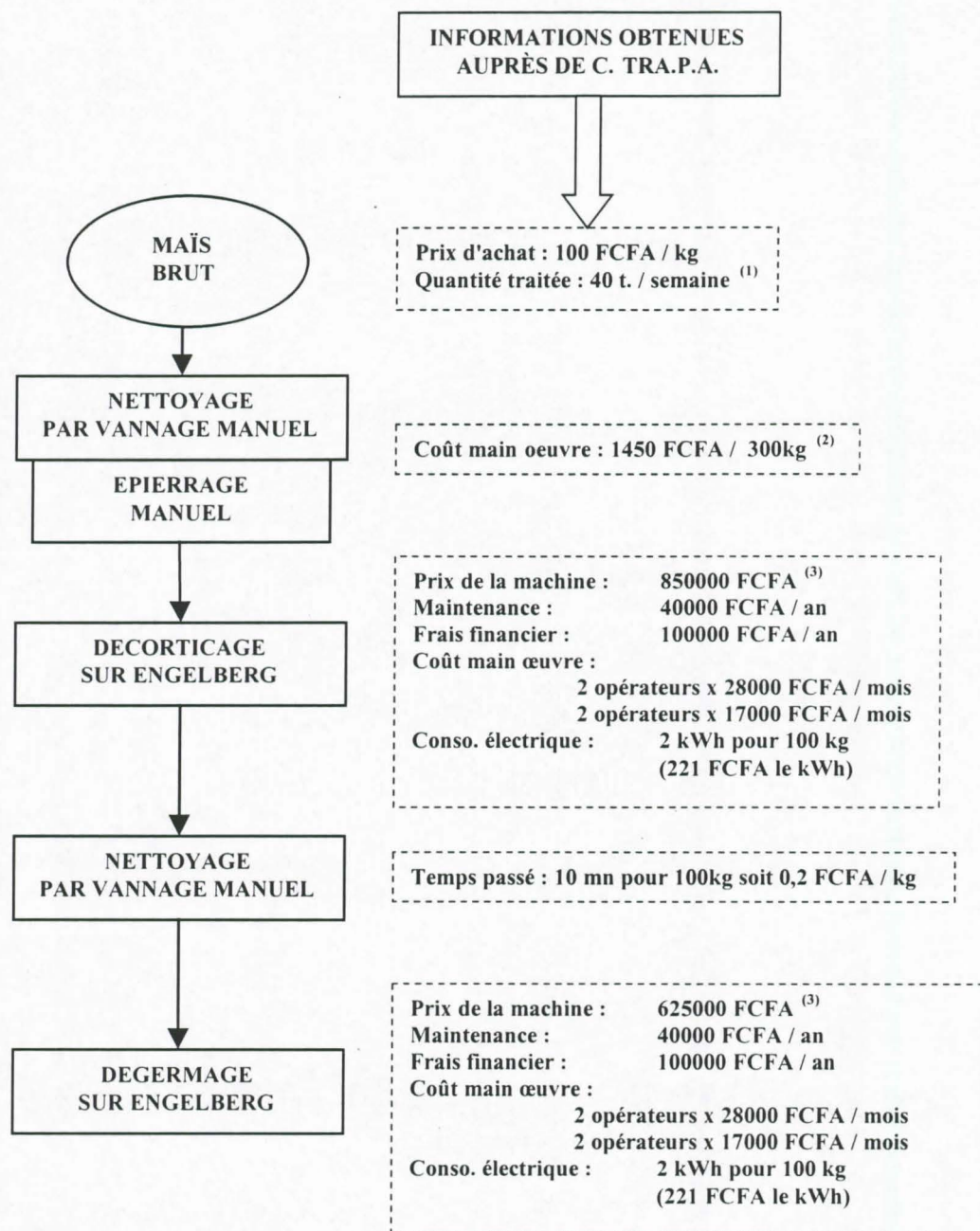
On peut attribuer à cet équipement, variante du trieur rotatif, les mêmes qualités que celles évoquées ci-dessus : simplicité d'utilisation et de réalisation. L'opération effectuée remplace une tâche manuelle pénible. Si comme on l'a constaté lors des essais, la fonction de pré-nettoyage est bien assurée, les améliorations suivantes pourraient être apportées :

- Intégration d'un module de ventilation pour parfaire l'élimination des poussières.
- Séparation du cylindre en deux cylindres comportant deux types de perforations. Par le premier (perforations  $\varnothing$  6 mm), on éliminerait les fines particules (brisures, petites pierres, pailles, insectes) ; au travers du deuxième (perforations légèrement supérieures à la dimension d'un grain), on récupérerait le maïs ; en bout de cylindre, on évacuerait les grosses impuretés (cailloux, rafles, pailles).
- Bacs de récupération des produits.

## IV.3 - ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉGERMEUSE

### **1 - Évaluation comparative entre transformation sur décortiqueur Engelberg et transformation sur dégermeuse introduite**

Les informations nécessaires pour les calculs économiques sont regroupées dans les deux figures 4 et 5 ci dessous ; elles ont été relevées au cours des entretiens et des essais menés au sein de l'entreprise C. TRA. P. A.



**Figure 4 .** Diagramme de transformation traditionnelle et informations associées

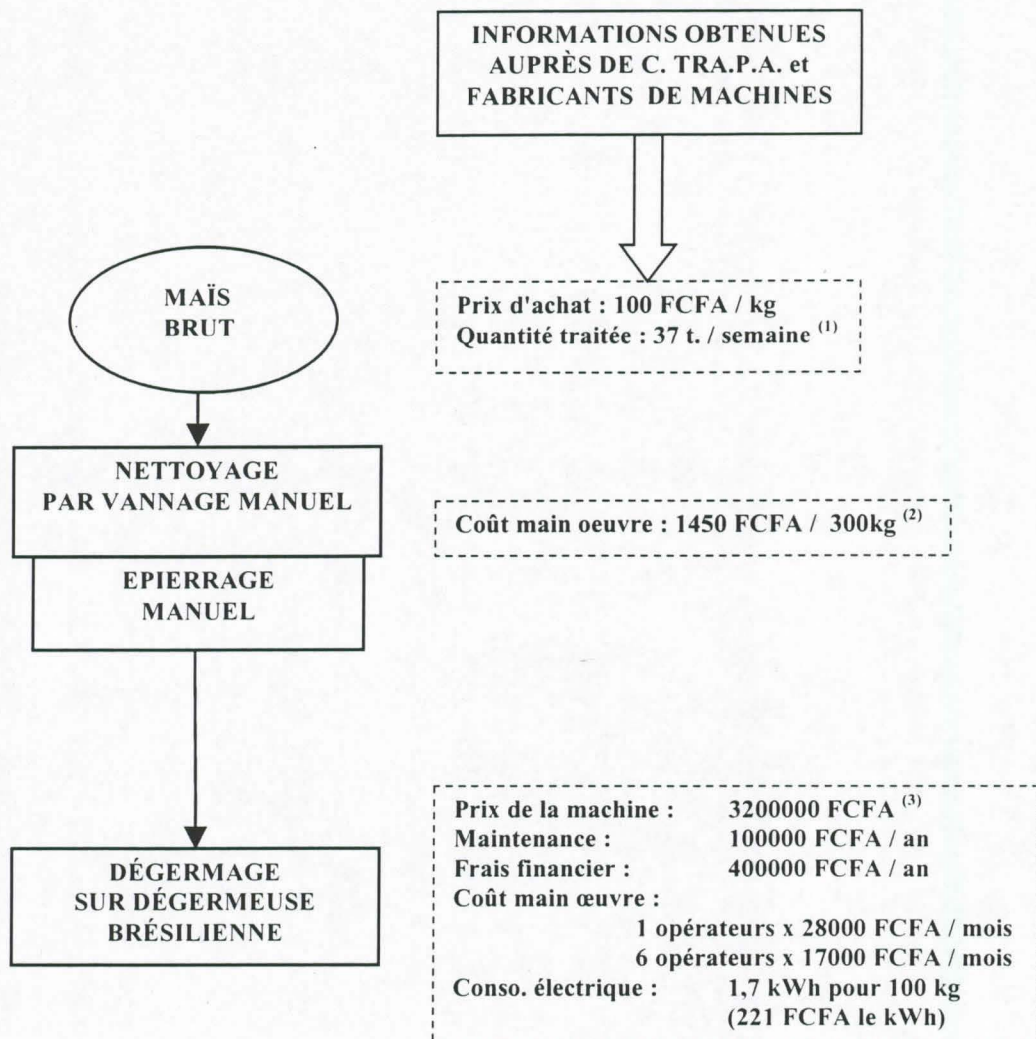
Les calculs portent sur les opérations permettant de fournir le produit prêt à subir un broyage - calibrage en vue de la fourniture de farines, de gritz ou de semoules.

(1) : La demande de gritz de brasserie est d'environ 22 tonnes par semaine. Le rendement mesuré sur les décortiqueurs Engelberg est de l'ordre de 55%, ce qui impose la transformation d'environ 40 tonnes de maïs brut (soit 160 tonnes par mois, 2000 tonnes par an).

(2) : Les personnes effectuant le nettoyage, vannage, épierrage sont payées à la journée (1450 Fcfa). Chacune d'entre elles nettoie environ 300 kg de maïs. Le coût de cette opération est donc de 4,8 Fcfa / kg.

(3) : L'amortissement des machines est calculé sur 5 ans.





**Figure 5 .** Diagramme de transformation sur dégermeuse brésilienne

(1) : La demande de gritz de brasserie est d'environ 22 tonnes par semaine. Le rendement mesuré sur la dégermeuse est de l'ordre de 65%. Nous prendrons pour les calculs un rendement de 60%, ce qui impose la transformation d'environ 37 tonnes de maïs brut (soit 148 tonnes par mois, 1850 tonnes par an).

(2) : Les personnes effectuant le nettoyage, vannage, épierrage sont payées à la journée (1450 Fcfa). Chacune d'entre elles nettoie environ 300 kg de maïs. Le coût de cette opération est donc de 4,8 Fcfa / kg.

(3) : L'amortissement des machines est calculé sur 5 ans. Pour arriver à traiter la quantité de produit nécessaire, deux dégermeuses identiques à celle essayée doivent être installées en parallèle. Le prix d'une machine au départ du Brésil est de 2660 US\$ soit environ 2200000 Fcfa ( 1US\$ = 800 Fcfa) auquel il faut rajouter le coût du fret, environ 1000000 Fcfa

L'ensemble des informations précédentes a été regroupé dans les deux tableaux 6 et 7 ci dessous. Les coûts de transformation sont donnés par kilogramme de produit brut.

	Main d'œuvre (FCFA / kg)	Amortissement (FCFA / kg)	Maintenance (FCFA / kg)	Frais financier (FCFA / kg)	Consommation électrique (FCFA / kg)
Pré nettoyage Épierrage	4,83				
Décortilage	0,56	0,09	0,02	0,05	4,42
Nettoyage	0,24				
Dégermage	0,56	0,06	0,02	0,05	4,42
<b>Total</b>	<b>6,20</b>	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>8,84</b>
Coût de transformation (FCFA / kg)	<b>15,33</b>				
Prix d'achat (FCFA / kg)	<b>100,00</b>				
Prix de revient du maïs transformé (FCFA / kg)	<b>209,69</b> $\frac{\text{cout de transfo.} + \text{prix d'achat}}{\text{rendement (0,55)}}$				

Tableau 6 . Calcul du coût de transformation sur décortiqueur Engelberg

	Main d'œuvre (FCFA / kg)	Amortissement (FCFA / kg)	Maintenance (FCFA / kg)	Frais financier (FCFA / kg)	Consommation électrique (FCFA / kg)
Pré nettoyage Épierrage	4,83				
Dégermage ( 2 machines )	0,88	1,38	0,05	0,20	7,51
<b>Total</b>	<b>5,71</b>	<b>1,38</b>	<b>0,05</b>	<b>0,20</b>	<b>7,51</b>
Coût de transformation (FCFA / kg)	<b>14,86</b>				
Prix d'achat (FCFA / kg)	<b>100,00</b>				
Prix de revient du maïs transformé (FCFA / kg)	<b>191,43</b> $\frac{\text{cout de transfo.} + \text{prix d'achat}}{\text{rendement (0,60)}}$				

Tableau 7 . Calcul du coût de transformation sur dégermeuse brésilienne



Observations :

- Les quantités de produit transformées sont conséquentes, ce qui rend le coût d'amortissement des matériels très faible lorsqu'on le ramène au kilogramme de maïs usiné.
- Le coût de main d'œuvre du pré nettoyage - épierrage est élevé.
- Le poste le plus important dans le coût de transformation est la consommation électrique du fait que le prix du kWh est très élevé au Burkina Faso.
- Au plus bas coût de transformation en faveur de la dégermeuse vient se rajouter le meilleur rendement qui accentue la différence sur le prix de revient du kilogramme de maïs transformé : 18 Fcfa par kilo. Sur une production de gritz de 22 tonnes, cela représente 396000 Fcfa de gain supplémentaire par semaine (sur 5 points de gain de rendement seulement, sachant que la différence peut être plus importante).

## **2 - Propositions pour l'amélioration de la rentabilité de l'opération de dégermage**

La dégermeuse brésilienne peut donc présenter un intérêt économique au sein de l'entreprise C.TRA.P.A.. Il existe (Annexe O) d'autres versions proposées par le fabricant : capacité (débit d'usinage) supérieure, fonctionnement en continu. Ces deux points sont très importants dans le cadre de l'évolution de C.TRA.P.A. car les coûts d'amortissement du matériel et surtout de main d'œuvre (manutention due aux transferts) se réduiraient. Une possibilité de fabrication locale induirait une réduction supplémentaire des coûts (équipementiers locaux, pas de fret).

L'installation d'un groupe électrogène sera à étudier ; cette possibilité de fourniture électrique sera d'autant plus intéressante que le nombre de matériels, donc de puissance absorbée, sera important.

On a pu voir ci dessus que le pré nettoyage représente un poste lourd dans le coût de transformation de la matière première. De plus, cette opération est une tâche pénible pour les opératrices l'effectuant (travail debout, en extérieur le plus souvent au soleil). Plusieurs solutions techniques peuvent être apportées :

- l'abandon du battage des épis au sol par les paysans à la sortie du champ. Grâce à une rémunération "à la qualité", l'utilisation d'égrenoirs manuels (ou sur prise de force de tracteur) améliorerait de façon conséquente la propreté du grain avant mise en sacs. On apporterait aussi directement un gain sur les coûts de transport (les impuretés représentant actuellement environ 5% dans le produit transporté en sacs).

- le cas échéant, si des impuretés subsistent, l'utilisation d'un pré nettoyeur rotatif du type de celui qui a été introduit par ce projet, serait indispensable, de même que la mise en place d'épierreurs.

## **V - ANALYSE FINANCIÈRE DU PROJET DE DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRISE C.TRA.P.A.**

### **V.1 - CONTEXTE**

#### **1 - Les perspectives de développement de l'entreprise**

Une étude récente a montré que le marché des farines de céréales à Ouagadougou s'élève à 800 millions Fcfa, ce qui représente environ 5.500 Fcfa soit 25 kg par ménage par an. Ce marché conséquent est partiellement occupé par les Grands Moulins du Burkina mais laisse la place au développement de petits et moyens opérateurs économiques.



L'entreprise C.TRA.PA. souhaite renforcer sa position sur ce créneau, développer son niveau d'activité et se déployer vers :

- La mécanisation de ses opérations de transformation,
- la diversification des produits transformés (farines, semoules, approvisionnement régulier des brasseries en gritz de maïs...),
- l'intégration de la production agricole de façon à s'auto-provisionner pour une partie de la matière première nécessaire.

## **2 - La principale contrainte : l'approvisionnement en maïs**

Le développement durable du secteur agroalimentaire est confronté au Burkina Faso au problème d'une production agricole très irrégulière du fait des aléas climatiques. Ce secteur ne peut compter que sur les surplus commercialisables et la variabilité de ces surplus d'une année à l'autre rend aléatoire la diversification des produits alimentaires. Les acteurs de la transformation et de la commercialisation peuvent difficilement inscrire leurs activités dans le long terme et compromettent la fidélisation des consommateurs aux nouveaux produits culinaires.

L'irrégularité de la production agricole et celle corrélative de l'approvisionnement provoquent de grands écarts de prix d'une année à l'autre, d'une région à l'autre, contribuant à désarticuler le système de distribution alimentaire (FAO, 1998). Ces variations viennent se rajouter aux variations inter-annuelles des prix liées au caractère saisonnier des récoltes (période de relative abondance / période de soudure). Ces effets déstabilisateurs sur le bon fonctionnement des marchés sont cependant assez réduits dans la région de Ouagadougou du fait de l'organisation d'un stockage des denrées agricoles (mise en place de trois niveaux de stockage garantissant une relative stabilité des prix : agriculteurs, collecteurs des zones rurales, grossistes de Ouagadougou). Mais ce système perd de son efficacité en période de grande pénurie de maïs.

Etant donné ses propres difficultés d'approvisionnement en maïs (la récolte 2001 a été mauvaise et les prix ont flambé), l'entreprise C.TRA.P.A. a dû ainsi renoncer à approvisionner en gritz les brasseries de Ouagadougou (BRAKINA) courant 2001 alors que ce marché était acquis. Elle recherche donc les moyens de devenir moins sensible au marché pour son approvisionnement en maïs en produisant une partie de la matière première nécessaire et en développant ses capacités de stockage. Cependant la volonté d'accroître la taille de l'activité va supposer des achats beaucoup plus massifs qu'actuellement de matière première.

Au delà du problème de disponibilité et de prix du maïs, le mauvais conditionnement de la matière première dans les zones de production se répercute sur les activités commerciales en milieu urbain. Les produits contenant des impuretés ne sont pas adaptés à la demande exigeante des clients de la ville (industries...). En produisant elle-même une partie de ses besoins en maïs et en reconditionnant sur place le maïs acheté aux agriculteurs (vannage, traitement divers), l'entreprise limitera cette contrainte.

## **V.2 - L'ANALYSE FINANCIÈRE**

### **1 - Les hypothèses de l'analyse financière**

La stratégie du porteur de projet est de traiter en période de croisière (à partir de la 4<sup>ème</sup> année de fonctionnement) près de 9.000 t de maïs par an et d'assurer la production agricole d'une partie de ses besoins en maïs (mise en culture de 400 ha dont 300 ha de maïs situé à 100 km au sud de Ouagadougou : Sapouy).



Le projet d'extension de l'entreprise est évalué sur une période de 15 ans.

L'Annexe P détaille les investissements, les dépenses de fonctionnement, le chiffre d'affaires et la rentabilité financière du projet.

### **Les investissements :**

Le projet suppose que l'entreprise agrandisse ses locaux à Ouagadougou et acquière de nouveaux équipements de transport et de transformation pour pouvoir traiter en période de croisière de telles quantités de maïs.

L'équipement de transformation est estimé à 83 millions de Fcfa : 3 décortiqueurs 1t/h, 3 pré-nettoyeurs 1t/h, 3 épierreurs 1 t/h, 2 tamiseurs 1-2 t/h, 2 broyeurs 2 t/h, 1 peseur-ensacheur 1 t/h. Les prix proposés correspondent à du matériel importé neuf ; mais dans la mesure du possible, ces appareils seront achetés dans la sous-région.

L'équipement de transport est composé d'un camion de 20 t (pour acheminer le maïs du site agricole à Ouagadougou et compléter cet approvisionnement par des achats auprès des agriculteurs locaux et plus éloignés) et d'une camionnette (pour les livraisons de produits finis en ville), achetés localement, pour une somme totale de 9 millions de Fcfa.

L'intégration de la composante agricole suppose d'acquérir le matériel agricole nécessaire à la culture de 300 ha de maïs : 2 tracteurs de 40 ch., 1 charrue, 1 pulvérisateur, 1 semoir 1 ha/h, 1 remorque, 1 groupe électrogène de 80 kVa. Les tracteurs seraient importés d'occasion tandis que le reste du matériel serait importé neuf. S'ajoute à cet investissement l'acquisition locale de 12 charrues asines. Au total l'investissement agricole s'élève à 81 millions de Fcfa.

Les investissements du projet tiennent compte des dépenses déjà réalisées (terrains pour la transformation à Ouagadougou, construction des bâtiments...) soit 36 millions Fcfa, du défrichage des parcelles agricoles soit 7,5 millions de Fcfa (25.000 Fcfa par ha), de la construction de 3 magasins de stockage de 2.000 t chacun (2 à Ouagadougou et 1 sur le site agricole, notamment pour régulariser l'approvisionnement et mieux négocier les prix d'achat du maïs) soit 25 millions de Fcfa et d'un fonds de roulement pour démarrer les activités de transformation évalué à 150 millions de Fcfa.

### **Les dépenses de fonctionnement :**

La culture de 300 ha de maïs en période de croisière et les traitements post-récolte (nettoyage, épierrage, vannage...), supposent de recruter une main d'œuvre constituée de 3 cadres responsables des travaux rémunérés 70.000 Fcfa par mois, 30 ouvriers agricoles à 25.000 Fcfa par mois, 90 ouvrières agricoles et trieuses temporaires rémunérées en moyenne 15.000 Fcfa par mois (elles ne travaillent pas tous les jours). Notons que les ouvrières agricoles pourront contribuer au travail de tri du maïs après la période de récolte. Le total s'élève à 40 millions de Fcfa en tenant compte de charges sociales de 9% des rémunérations nettes.

Les dépenses en semences s'élèvent à 3,8 millions de Fcfa par an pour 7.500 kg de semences à raison de 25 kg par ha et de 500 Fcfa le kg.



La production de maïs de l'entreprise est estimée à 900 t par an en période de croisière, ce qui suppose d'acheter 7946 t de maïs en complément aux agriculteurs et aux commerçants de la région. Au prix de 100 Fcfa le kg de maïs (qui correspond à une hypothèse pessimiste de prix au producteur pour 1999 et 2000 et moyenne pour les années antérieures à 1999 et 2001 - voir Annexe A), les dépenses annuelles en maïs s'élèveraient à 795 millions de Fcfa à partir de la 6<sup>ème</sup> année (c'est à dire quand les 300 ha seront mis en exploitation), ce qui représente près de 75% des dépenses annuelles de fonctionnement du projet hors imprévus.

Le personnel à Ouagadougou se compose du directeur d'usine (100.000 Fcfa/mois), 2 secrétaires et 1 chef d'équipe (50.000 Fcfa/mois), 45 femmes et 35 ouvriers (25.000 Fcfa/mois), 10 cuisinières (15.000 Fcfa/mois), 2 chauffeurs (30.000 Fcfa/mois) et 2 apprentis - chauffeurs (15.000 Fcfa/mois). Au total, cette masse salariale, charges sociales comprises, s'élève à 32 millions de Fcfa.

Les dépenses annuelles d'emballages s'élèvent à près de 50 millions de Fcfa : 24,3 millions pour les sacs de 100 kg de maïs, 20,9 millions pour les sacs de 50 kg de gritz et de semoule et 1,4 millions pour les sacs de 25 kg de farine. Ces dépenses pourraient être minimisées en réutilisant les emballages de la matière première.

Les autres charges importantes sont la réparation - entretien des équipements (30% de la valeur des équipements soit 52 millions de Fcfa), les frais financiers des emprunts (50 millions de Fcfa), le carburant des véhicules (36,6 millions de Fcfa) et l'électricité (24 millions de Fcfa). Les dépenses en carburant sont un minimum car il se pourrait que le camion soit utilisé pour l'approvisionnement en maïs à des distances assez éloignées de Ouagadougou (Annexe A : différence de prix du maïs selon les zones de production et les périodes). En effet, les hypothèses de prix d'achat du maïs sont des prix d'achat au producteur qui devraient être difficiles à tenir si le maïs était acheté à des intermédiaires.

Au total les dépenses de fonctionnement annuelles s'élèvent, en période d'activité de croisière normale (traitement de près de 9.000 t de matière première par an), à 1.252 millions de Fcfa dont 4% pour la production agricole, 65% d'achat de maïs, 16% pour la transformation et 15% d'imprévus.

### **Le chiffre d'affaire :**

Le projet satisfait une demande de gritz de 35 t par semaine la première année (brasserie de Ouagadougou) et de 50 t par semaine à partir de la deuxième année (brasseries de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso) soit une production annuelle de 2.500 t de gritz. Cette production suppose un approvisionnement en grains de maïs de 3.846 t avec un rendement de 65%.

Il est prévu de commercialiser 3.000 t de semoule par an auprès des cantines scolaires, ce qui suppose un approvisionnement de 5.000 t de maïs avec un rendement de 60%. Le projet prévoit aussi de récupérer et de valoriser le son (3.096 t) et la farine de maïs (442 t).

Avec des prix de vente par kg de 235 Fcfa pour le gritz vendu aux brasseries, 220 Fcfa pour la semoule aux cantines scolaires, 56 Fcfa pour le son et 180 Fcfa pour la farine vendue sur les marchés, les recettes en période de croisière devraient être de 1.500 millions



de Fcfa. Elles se ventilent en 44% de ventes de semoule, 39% de gritz, 12% de son et 5% de farine.

Si le projet parvenait à la rentabilité escomptée, son porteur prévoit de diversifier ses produits finis et ses marchés à terme : semoule pour les particuliers, farine fermentée, produits roulés à partir de mil et de maïs...

### **La rentabilité financière du projet :**

Avec les hypothèses précédentes, le taux interne de rentabilité du projet sur une période de fonctionnement de 15 ans s'élève à 28% (Annexe P). Ce taux est satisfaisant mais il repose sur des hypothèses, particulièrement en matière de prix d'achat du maïs et de régularité de l'approvisionnement en maïs, qui peuvent ne pas se vérifier dans la réalité.

Par ailleurs les prix de vente des produits finis pourraient être supérieurs à ceux des hypothèses de départ et améliorer la rentabilité du projet.

Les effets de ces modifications possibles sur les résultats du projet vont être testés.

## **2 - Simulations de rentabilité financière**

Cinq simulations de la sensibilité des résultats de l'analyse financière à la modification des hypothèses économiques de base ont été réalisées (Annexe Q) :

Simulation 1 : augmentation des prix de vente des produits transformés (gritz 238 Fcfa/kg, semoule 276 Fcfa/kg, son 75 Fcfa/kg, farine 240 Fcfa/kg) qui se traduit par une augmentation du chiffre d'affaire de 17% par an en période de croisière. Cette appréciation pourrait être due à une amélioration de la qualité du produit, à un effet de notoriété (marque) ou à une extension des circuits de commercialisation (accès aux grandes surfaces).

Simulation 2 : augmentation du prix d'achat du maïs, qui passe de 100 Fcfa le kg à 120 Fcfa. L'observation des prix du maïs départ producteur sur les 5 dernières années (Annexe A) montre que ces prix sont très instables dans le temps et dans l'espace. L'hypothèse de base paraît correcte, voire pessimiste. Cependant, vu que le maïs est le principal intrant du projet et qu'il ne pourra peut-être pas toujours être acheté directement aux agriculteurs, l'hypothèse de son prix est ici et dans la simulation suivante revue à la hausse.

Simulation 3 : augmentation du prix d'achat du maïs, qui passe de 100 Fcfa le kg à 110 Fcfa.

Simulation 4 : diminution du prix d'achat du maïs, qui passe de 100 Fcfa le kg à 80 Fcfa. Cette hypothèse de baisse de 20% du prix du maïs, principal input du projet devrait nettement améliorer sa rentabilité.

Simulation 5 : rupture d'approvisionnement en maïs tous les 3 ans entraînant une diminution de 50% du niveau d'activité du projet. Cette rupture crée une surcapacité temporaire des équipements au sein de l'entreprise. Certaines charges seront réduites de fait (personnel temporaire au champs et à la ville, cuisinières, emballages, électricité, carburant) mais les charges fixes devront être amorties sur une quantité inférieure de matière traitée.

### Résultats des simulations

Simulations	Variable modifiée	Résultat (TIR)
1	Prix de vente des produits transformés (+17% du CA)	68%
2	Prix d'achat du maïs (120 Fcfa/kg)	<0%
3	Prix d'achat du maïs (110 Fcfa/kg)	11%
4	Prix d'achat du maïs (80 Fcfa/kg)	60%
5	Baisse de 50% de l'activité tous les 3 ans	19%
Rappel	Situation de référence	28%

On note l'extrême sensibilité de la rentabilité du projet à la variation des prix du maïs. Avec un prix d'achat moyen du maïs 20% supérieur, le projet n'est plus rentable. Même avec un approvisionnement en moyenne 10% plus cher, la rentabilité atteint un niveau non acceptable.

Cependant la baisse de 20% du prix du maïs a un effet sur la hausse du taux de rentabilité moins important que l'amélioration du chiffre d'affaires de 17%.

Enfin une diminution de l'activité de 50% tous les 3 ans due à une rupture d'approvisionnement en maïs, à prix identique du maïs acheté, a un effet sur la baisse du taux de rentabilité moindre qu'un approvisionnement constant à un prix supérieur de 10%.

On peut en conclure que le porteur de projet doit rester particulièrement vigilant :

- d'une part, à ne pas dépasser le prix de 100 Fcfa en moyenne par kg de maïs acheté. La création d'une capacité de stockage de 6.000 t devrait lui permettre de bénéficier d'un prix moyen proche du prix de récolte (octobre - novembre). Il peut aussi initier des contrats d'achat à prix garanti avec les agriculteurs locaux. L'entreprise pourrait également à terme augmenter la part d'auto-alimentation en matière première, le coût de production du maïs produit en interne au projet étant de 53 Fcfa le kg (hors amortissement du matériel agricole).
- d'autre part, à affecter ses ressources à la valorisation de ses produits finis plutôt qu'à la minimisation du prix du maïs : amélioration de leur qualité et présentation, distribution d'une partie de la production dans des réseaux à plus forte marge commerciale, diversification de la gamme de produits (produits roulés, farine fermentée...).



## CONCLUSION

La mise en expérimentation au Burkina Faso de la dégermeuse à maïs est une opération importante car elle répond à la demande des opérateurs locaux qui veulent moderniser leurs unités de transformation par l'acquisition d'équipements performants.

Les tests et l'utilisation en conditions réelles confirment nos attentes : bon résultats sur l'usinage des grains maïs aussi craintes fondées en matière d'usure mécanique prématurée. Des possibilités d'amélioration de la dégermeuse sont aujourd'hui envisagées ; l'introduction des principes de nettoyage et triage conçus lors de ce projet constituerait une évolution technique importante dans le diagramme de transformation du maïs. Économiquement, la dégermeuse brésilienne représente une alternative intéressante aux équipements déjà en place chez C.TRA.P.A. Elle pourrait devenir un des éléments clés d'une ligne de transformation à sec du maïs sur laquelle un travail de recherche et de mise au point sera encore nécessaire.

L'étude économique du projet d'expansion de l'entreprise partenaire montre que son développement est possible ; cette nouvelle phase dans l'existence de C.TRA.P.A. pourrait nous permettre de valider les nouvelles actions que nous souhaitons développer.

## **Bibliographie succincte**

Alisa, projet INCO, 1998, Alimentation, savoir-faire et innovations agroalimentaires en Afrique de l'Ouest.

FAO, Kalil Kouyaté, 1998, Le stockage approprié : un moyen pour la régulation de l'offre de maïs dans la ville de Ouagadougou, EC/29-98F.

Gougeon Claire, 1996, Les meuneries à Koudougou : un artisanat au cœur de la ville, mémoire de maîtrise, Paris X Nanterre.

Satec Développement, Mars 1993, Etude pour un programme d'appui à la filière maïs, in FAO 1998.

SOFITEX, Charles-Etienne Zan, Le maïs dans les systèmes de culture irriguée dans la vallée du Sourou.

SYFIA International, Souleymane Oua, Juin 1999, Les céréales transformées valent mieux qu'un slogan.



## ANNEXES

ANNEXE A :	Prix du maïs blanc au producteur (Fcfa/kg)
ANNEXE B :	Le maïs
ANNEXE C :	Photos de transformation chez C.TRA.P.A.
ANNEXE D :	Granulométrie de mouture de maïs exigée par les brasseries du Burkina
ANNEXE E :	Photos de la dégermeuse
ANNEXE F :	Protocole général
ANNEXE G :	Protocole d'extraction des lipides totaux
ANNEXE H :	Fiche de résultats des teneurs en lipides
ANNEXE I :	Protocole de mesure de la dureté du maïs
ANNEXE J :	Fiche de résultats de la dureté des variétés de maïs
ANNEXE K :	Fiches d'essais de réglage des 4 variétés
ANNEXE L :	Fiches de production
ANNEXE M :	Photos du trieur rotatif Photos du pré-nettoyeur

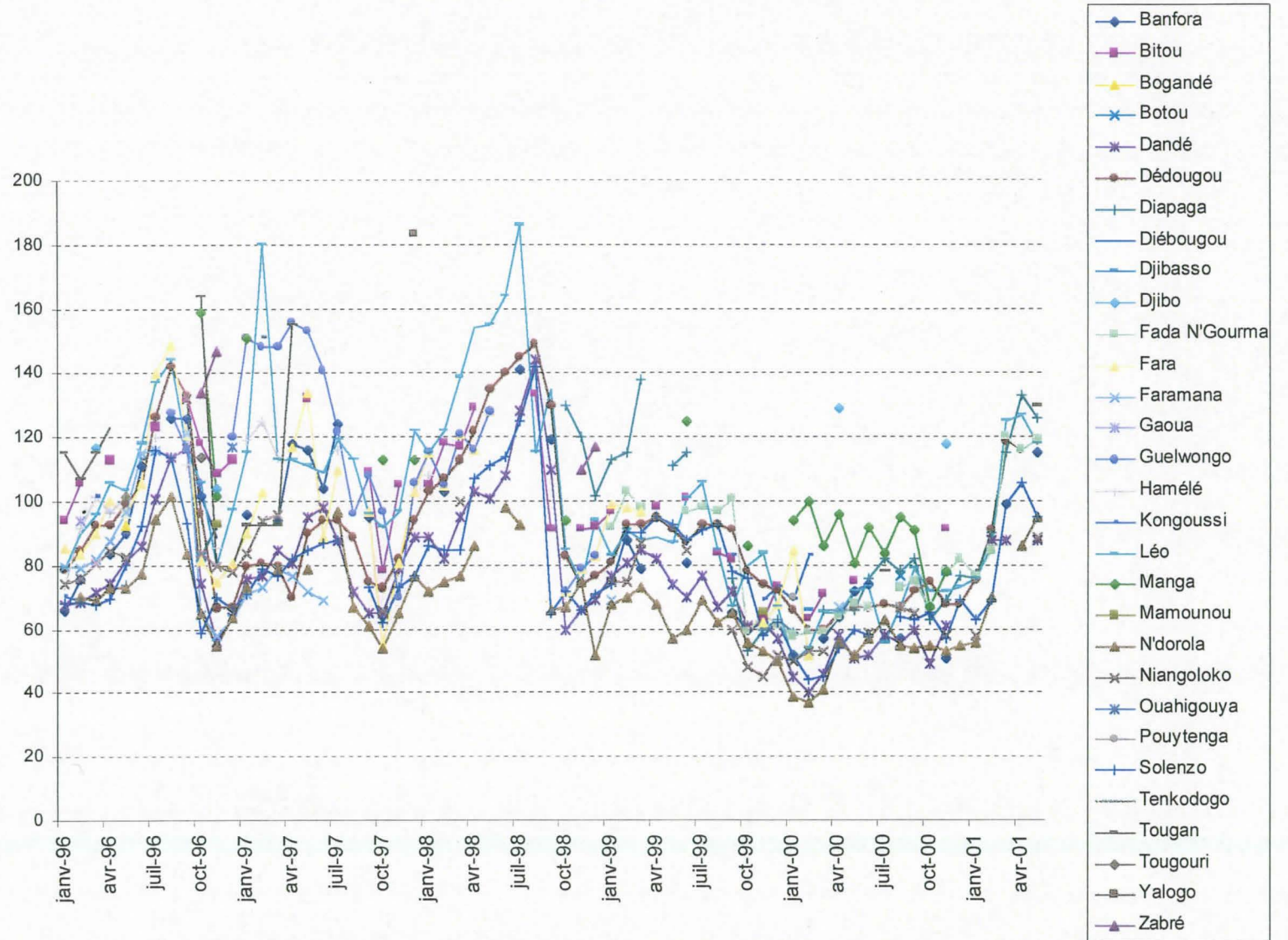
- ANNEXE N : Évaluation technique de la dégermeuse  
Usures rencontrées (photos)
- ANNEXE O : Autres versions de la dégermeuse
- ANNEXE P : Analyse de la rentabilité du projet
- ANNEXE Q : Analyse de sensibilité des résultats du projet à la variation  
des prix (maïs et produits transformés) et aux ruptures  
d'approvisionnement en maïs



## **ANNEXE A**

**Prix du maïs blanc au producteur (Fcfa/kg)**

Source : SIM Ouagadougou

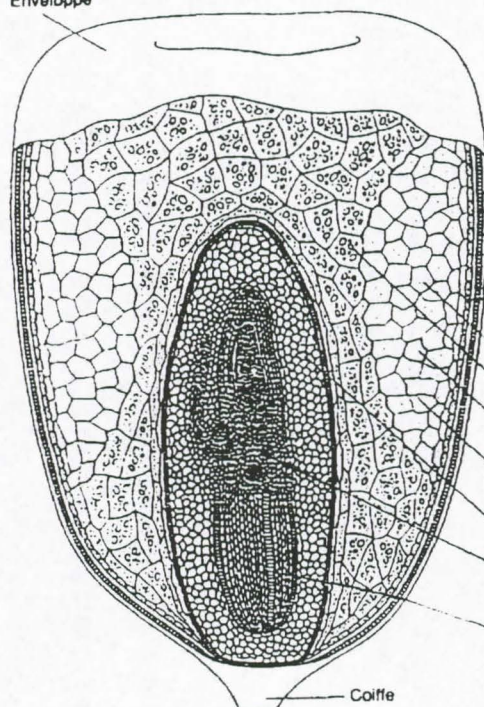




## **ANNEXE B**

**Le maïs**

Enveloppe



Epiderme

Mésocarpe

Cellules transversales

Cellules tubulaires

Tégument séminal

(testa)

Couche à aleurone  
(fait partie de l'albumen  
mais s'en sépare  
avec le son)

Albumen corné

Albumen farineux

Cellules remplies de  
granules d'amidon  
enfoncés dans  
le réseau protidique

Parois des cellules

Scutellum

Tigelle du pousse  
et feuilles rudimentaires

Radicule ou  
racine primitive

Coiffe

PÉRICARPE

*Décortication*

ALBUMEN

*Dégérmage*

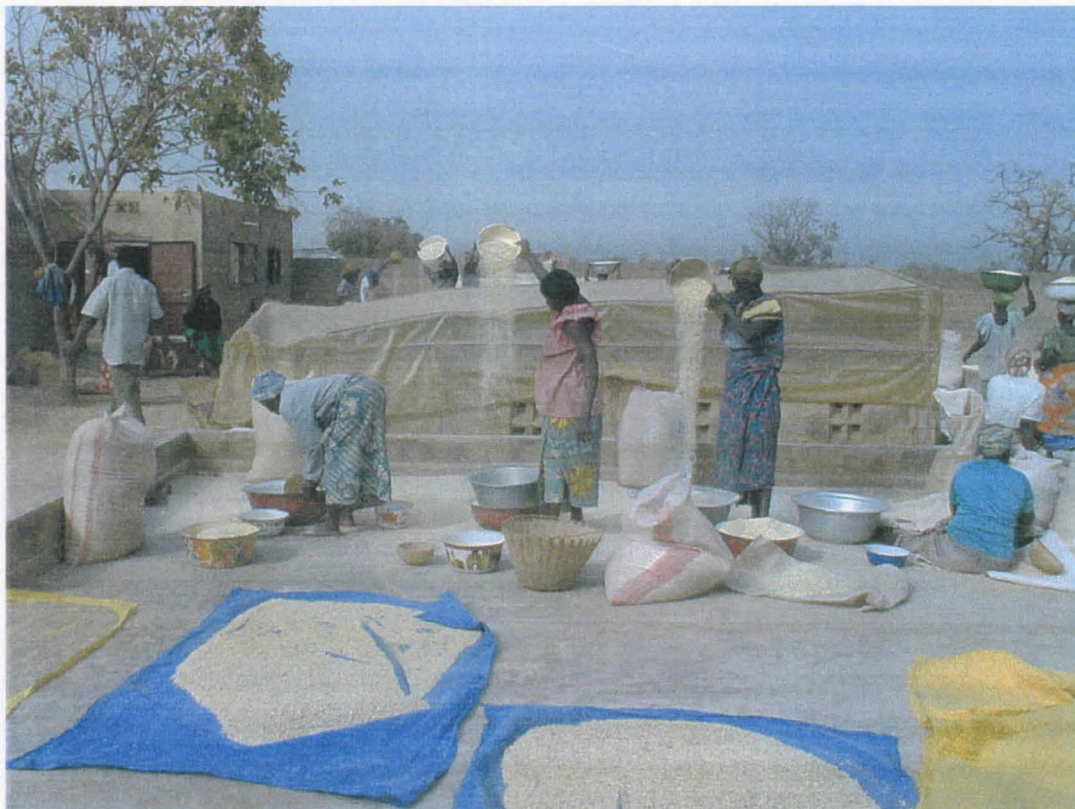
GERME

*Dégérmage*

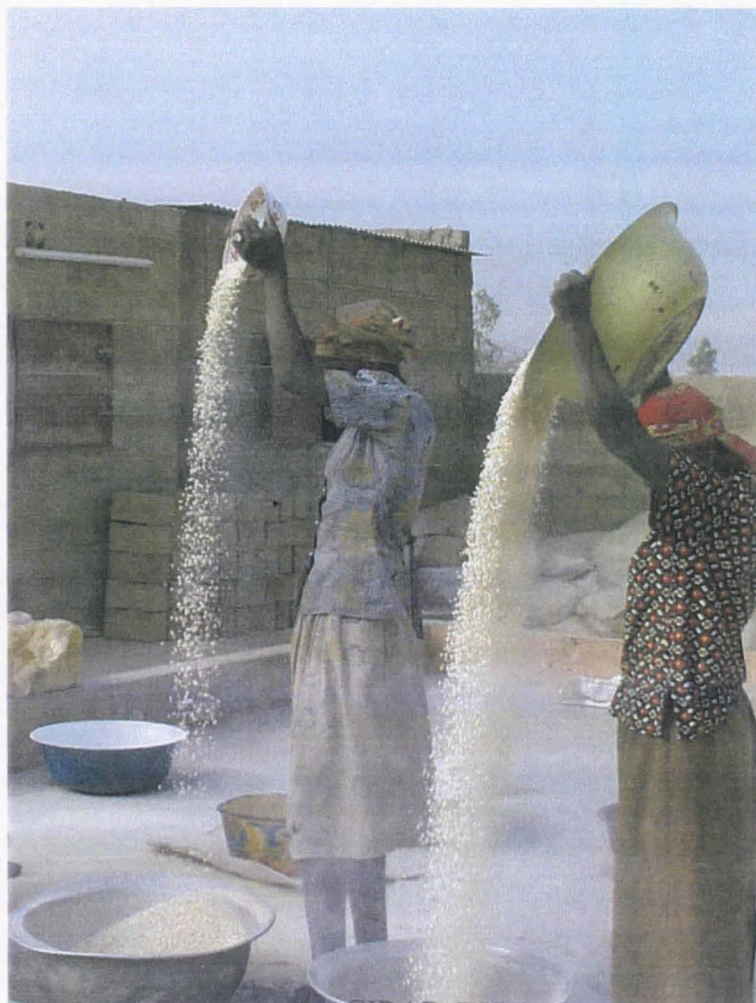


## **ANNEXE C**

**Photos de transformation chez C.TRA.P.A.**

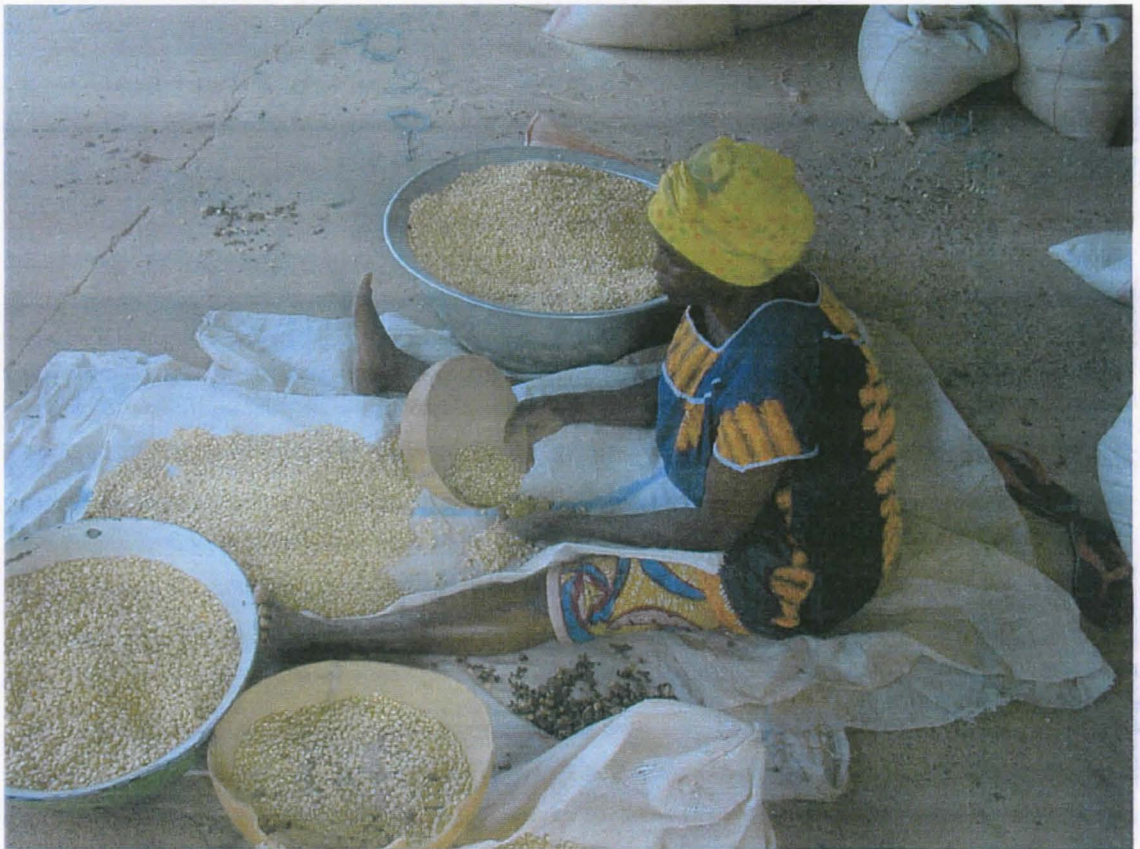


**OPERATION**  
**DE VANNAGE**



CIRAD-DIST  
Unité bibliothèque  
Lavalette





EPIERRAGE  
MANUEL

USINAGE SUR  
DECORTIQUEUR  
ENGELBERG



## **ANNEXE D**

**Granulométrie de mouture de maïs exigée par  
les brasseries du Burkina**



LABORATOIRE BRAKINA OUAGA

BRAKINA

Date : 08/02/2001

MOUTURE DE MAIS

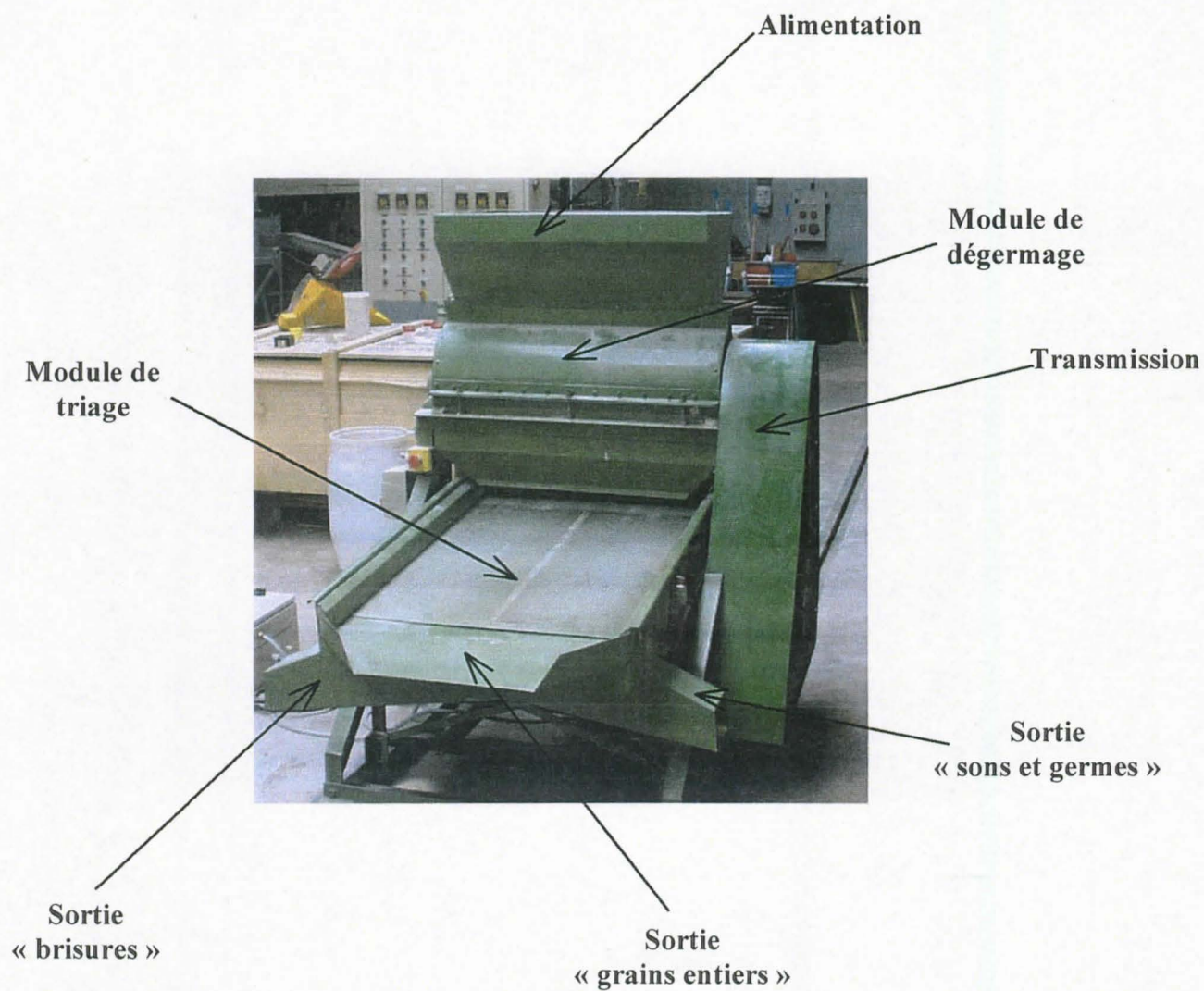
Destination :

	1,27	1,01	0,547	0,253	0,15	FOND
Poids Vide	425,20	422,10	423,20	431,70	439,90	772,80
Poids Plein	602,20	471,70	478,90	473,60	484,60	788,10
Poids Net	177,00	49,60	55,70	41,90	45,70	10,10
Pourcentage	46,58	13,05	14,66	11,03	12,03	2,65
	74,29			23,06		2,65
	Semoule			Farine Grossière		Farine Fine
	Normes = 75% mini			Normes = 25% maxi		Normes 1,5%

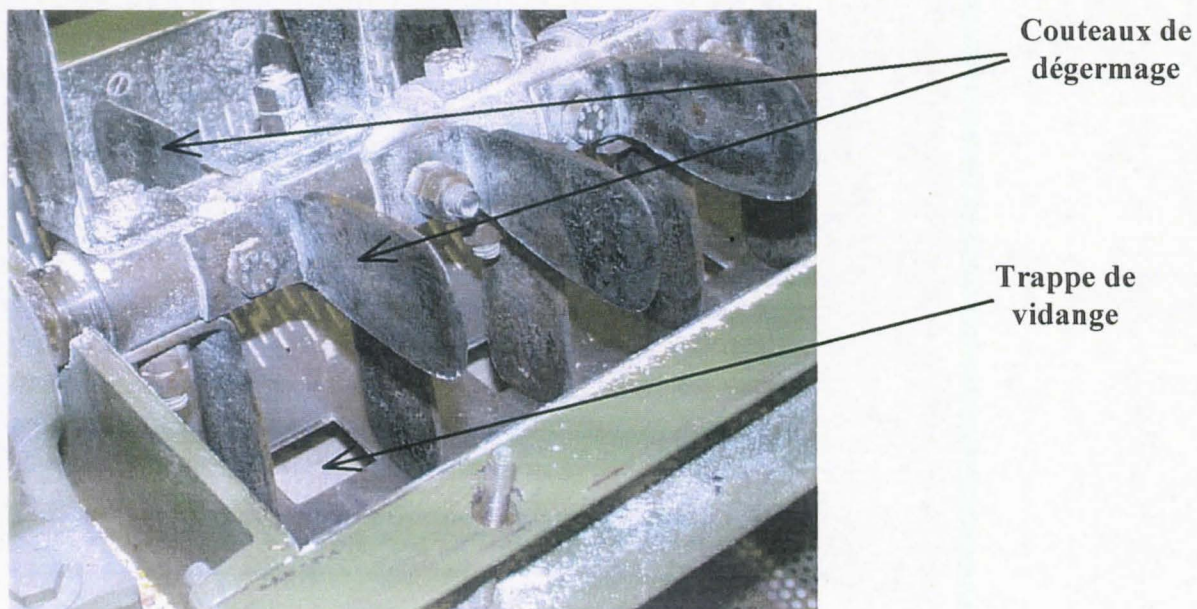
## **ANNEXE E**

**Photos de la dégermeuse**





**DEGERMEUSE**  
**VUE GENERALE**



**VUE DU ROTOR**  
**DE DEGERMAGE**

# **ANNEXE F**

## **Protocole général**



# Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs

## 1. But de l'essai

1.1 - Objectifs de l'essai : l'opération de dégermage du maïs permet l'élimination des enveloppes et du germe (donc des matières grasses) afin de garantir une bonne conservation des farines issues du broyage ou de respecter le cahier des charges des industriels dans la fourniture de gritz de brasserie. Le but de cet essai est de tester l'efficacité de la machine par la mesure du taux de lipides dans le produit transformé.

1.2 - Matériel testé : la dégermeuse est une machine fabriquée et commercialisée par une société brésilienne.

Marque : Maquina d'Andrea  
Type : 2  
N° : 57538

Elle sera testée dans sa configuration d'origine à savoir :

Moteur électrique 5.5 kW  
Tension d'alimentation 380 V triphasé  
Vitesse de rotation du rotor de dégermage : 800 tr/mn  
Séparation des sous produits par table vibrante intégrée

A partir de maïs brut, on procède à deux opérations simultanées de décorticage (on enlève le péricarpe du grain) et de dégermage (on enlève le germe) dans une chambre équipée d'un rotor à couteaux. Les sons sont évacués en continu au travers d'une tôle perforée vers une table de tri vibrante. Après vidange de la chambre, cette dernière recueille et sépare les sous produits issus de l'usinage : les sons et germes sur un côté de la machine, la brisure de l'autre côté et les grains entiers sur l'avant.

## 2. Préparation de l'essai

2.1 - Site d'essai : la machine est installée dans les locaux de l'entreprise partenaire du projet en tenant compte des critères suivants :

- ✓ disponibilité des sources d'énergie
- ✓ disponibilité et proximité de la matière première
- ✓ accessibilité aisée des opérateurs et expérimentateurs
- ✓ facilité de gestion des produits transformés (pesage, ensachage, stockage)

2.2 - Installation de la machine : elle est sortie de la caisse puis déposée sur le lieu de l'expérimentation. Le raccordement électrique est effectué. Un contrôle visuel est effectué sur l'ensemble des composants pour s'assurer de l'état correct de la machine (serrage des vis et boulons, graissage, tension des courroies, propreté, ...).

2.3 - Essais préliminaires : grâce aux essais réalisés en France, certains paramètres de fonctionnement sont figés, d'autres approchés. Sur ces bases, une prise en main du matériel par l'usinage de quelques lots de produit permet de vérifier son bon fonctionnement et de (faire)

comprendre les différents réglages. On note les réglages qui permettent d'obtenir les modes de fonctionnement visuellement optimums sur les variétés locales de maïs. Pour cette phase, on peut se faire aider d'un spécialiste de la transformation (opérateur, consommateur). Cette phase permet de définir les points suivants :

- ✓ nombre et fonction des opérateurs
- ✓ ustensiles et matériels nécessaires
- ✓ lots de produits à préparer
- ✓ planification des essais

#### 2.4 - Matériels nécessaires à la réalisation de l'essai :

- Sur site d'essais :

- ✓ balance 0-50 kg, 0-20 kg
- ✓ chronomètre
- ✓ bassine, récipients pour le chargement et la récupération des produits
- ✓ sachets pour échantillon
- ✓ calculatrice
- ✓ fiches d'essai
- ✓ blocs, stylo, appareil photos
- ✓ pied à coulisse, réglet, mètre (mesure des pièces « travaillantes » et contrôle de l'usure)

- Laboratoire :

- ✓ matériel de mesure de l'humidité du produit (enceinte 105°C, dessiccateur, balance de précision)
- ✓ matériel de mesure de la teneur en lipides (fonction du laboratoire)

### 3. Caractérisation de la matière première

Le maïs à traiter pour les essais est préalablement nettoyé manuellement par des opératrices. Le produit est identique à celui utilisé en usinage traditionnel dans l'entreprise (par décortiqueurs Engelberg). Il est indispensable de bien connaître et repérer chaque variété testée.

Des échantillons représentatifs du produit sont prélevés dans les lots de maïs à dégermer. Ils sont placés dans un emballage plastique fermé étanche. Les mesures suivantes sont à faire :

- ✓ humidité
- ✓ teneur en lipides
- ✓ dureté
- ✓ poids de mille grains
- ✓ dimensions des grains
- ✓ densité

### 4. Mise en œuvre et déroulement des essais

#### 4.1 - Mise en œuvre :

4.1.1 – Préparer les lots de produits (valable pour les essais 4.2.1 et 4.2.2) : peser les lots, les identifier (variétés, poids). Un échantillon de maïs brut est mis en poche plastique (avec fermeture étanche) afin de mesurer ultérieurement l'humidité (H%) et le taux de lipides (TLI). Ces deux valeurs seront reportées sur la fiche de chaque essai.



4.1.2 – Préparer l'environnement de travail : définir les tâches des opérateurs, rassembler l'ensemble des matériels utiles.

#### 4.2 - Déroulement des essais :

4.2.1 – Essais de mise au point des réglages de la machine (voir Fiche A) : pour préparer l'étape suivante (4.2.2), l'étude du temps de dégermage **T (mn)** est le seul paramètre étudié sur chaque variété de maïs. D'autres comme le poids du lot traité, la vitesse de rotation du rotor ont été étudiés en halle de technologie du CIRAD de Montpellier.

La machine est préalablement nettoyée pour éliminer des résidus d'essais précédents. Les récipients de réception des produits transformés sont en place et propres. Les trappes d'admission et de vidange de la chambre de dégermage doivent être fermées. Chaque opérateur est à son poste et il est souhaitable qu'il garde le même pour chaque essai. Un **lot de 15 kg (PP)** est déposé dans la trémie. Le moteur est mis en route (action sur le bouton vert du disjoncteur). Le transfert du produit vers la chambre d'usinage (ouverture de la trappe d'admission) déclenche le départ de l'essai (lancement du chrono). La trappe d'admission doit être refermée. Au bout du temps **T** décidé, la trappe de vidange est ouverte et le mélange de produits se déverse sur la table de tri vibrante pour séparation. La trappe est refermée. Lorsque le tri est terminé, s'assurer qu'il ne reste plus de produits dans la machine. Arrêter le moteur (action sur le bouton rouge du disjoncteur). On répète l'opération trois fois ; on usine donc **3 lots de 15 kg soit 45 kg de maïs pour chaque variété et chaque temps de passage**. Les mêmes sous produits issus des trois lots sont ajoutés et pesés. On obtient un poids de sons et germe (**PS**), un poids de brisure (**PB**) et un poids de grains entiers (**PE**). Les valeurs T, PP, PS, PB et PE sont reportées sur la fiche d'essai. Des échantillons de brisures et de grains entiers sont mis en poche plastique (avec fermeture étanche) afin de mesurer ultérieurement les taux de lipides (**TLB et TLE**). Ces deux valeurs seront reportées sur la fiche d'essai.

Les résultats obtenus, rendement d'usinage et taux de lipides en fonction du temps et de la variété, seront analysés. Le paramètre de temps de dégermage (T) sera ainsi fixé afin de respecter le cahier des charges client tout en minimisant le coût de la transformation.

4.2.2 – Essais de mise en conditions de production de la machine (voir Fiche B) : ils permettront d'apprécier le fonctionnement de la machine en conditions réelles de production semi industrielle avec des réglages optimums.

Constitution de l'équipe de travail : elle est faite par l'expérimentateur (responsable de l'entreprise partenaire, ingénieur IRSAT ou CIRAD). Les tâches de chacun des opérateurs sont ainsi définies :

- expérimentateur : formation et mise en place des opérateurs, relevé des temps, des quantités de produit traitées, des consommations électriques et des observations diverses ; « conduit » la machine ; en charge du contrôle des pesées finales, du remplissage des fiches, des calculs et des prises d'échantillon .
- opérateur 1 : pesée des batchs de 15 kg puis mise en trémie.
- opérateur 2 : réception et mise en sacs des sons et germes.
- opérateur 3 : réception et mise en sacs des brisures.
- opérateur 4 : réception et mise en sacs des entiers.
- une équipe d'ouvriers s'occupe des flux matières premières et produits transformés sous la direction de l'expérimentateur.



L'expérimentateur s'assure que toutes les conditions nécessaires au bon déroulement de l'essai sont réunies : machine en état de fonctionnement, disponibilité de la matière première. Il effectue le relevé du compteur électrique (kWh). Chaque opérateur est à son poste et il est souhaitable qu'il garde le même pour chaque essai. Un lot de 15 kg est déposé dans la trémie. Le moteur est mis en route (action sur le bouton vert du disjoncteur). Le transfert du produit vers la chambre d'usinage (ouverture de la trappe d'admission) déclenche le départ de l'essai (lancement du chrono). La trappe d'admission doit être refermée puis la trémie est immédiatement rechargée pour le batch suivant. Au bout du temps T décidé, la trappe de vidange est ouverte, le mélange de produits se déverse sur la table de tri puis la trappe est refermée. Les trois sous produits sont récupérés par les opérateurs. On dispose d'un temps de 30 secondes entre l'ouverture de la trappe de vidange et l'admission en chambre de dégermage du batch suivant. On répète l'opération autant de fois que nécessaire. En fin d'essai, arrêter le moteur, puis effectuer le relevé du compteur électrique (kWh). Les poids de brisure et d'entiers sont notés sur les fiches d'essais ainsi que la consommation électrique.

Il a été décidé entre les différents partenaires qu'une **évaluation de la machine s'opérerait toutes les 10 tonnes transformées**. Après ouverture du carter supérieur de la chambre de dégermage, les organes suivants seront contrôlés :

- usure des couteaux par le relevé de la forme extérieure et la mesure de l'épaisseur.
- usure de la grille (visuellement).
- usure des tamis de séparation.

Des échantillons de matière première et produits transformés seront pris pour analyse.

### Liste des abréviations utilisées :

- PP : Poids du lot de produit introduit dans la dégermeuse ; exprimé en **kg**  
PS : Poids du lot de sons récupérés après usinage ; exprimé en **kg**  
PE : Poids du lot de grains entiers récupérés après usinage ; exprimé en **kg**  
PB : Poids du lot de brisures récupérées après usinage ; exprimé en **kg**  
T : Temps d'usinage dans la chambre de dégermage ; exprimé en **mn**  
H% : teneur en eau ; exprimée en %  
MB : matière brute  
MS : matière sèche  
TLI : teneur en lipides du lot de produit initial (avant usinage); exprimée en %  
peut s'exprimer en % / MB ou % / MS  
TLE : teneur en lipides du lot de grains entiers récupérés (après usinage) ;  
exprimée en % / MB  
TLB : teneur en lipides du lot de brisures récupérées (après usinage) ;  
exprimée en % / MB  
TC : teneur en lipides du lot de produit commercialisable (après usinage) ;  
exprimée en % / MB  
Q : débit d'usinage ; exprimé en **kg / h**  
R : rendement d'usinage ; exprimé en %  
CE : consommation électrique ; exprimée en **kWh**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N°** \_\_\_\_\_

Expérimentateur : .....

date : .....

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : .....  
 Humidité (en g/100g MB) : .....%  
 Taux de lipides (en g/100g MS) : .....%  
 Taux de lipides (en g/100g MB) : .....%

**Mesures**

Poids du lot : PP = .....Kg  
 Temps de dégermage : T = .....mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \text{.....Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = .....Kg  
 Poids des brisures : PB = .....Kg  
 Poids des grains entiers : PE = .....Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \text{.....\%}$$

Taux de lipides des brisures : TLB = .....% / MB  
 Taux de lipides des grains entiers : TLE = .....% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = \text{.....\% / MB}$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
 Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
 Avec  $C = PB + PE$

**Essai n°** : .....

Variété : .....  
 Humidité : .....%  
 Taux de lipides matière première: .....%  
 Débit machine : .....Kg/h  
 Rendement de dégermage : .....%  
 Taux de lipides produit final : .....%

**Observations**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE B**  
**ESSAIS DE MISE EN CONDITIONS DE PRODUCTION**  
**DE LA MACHINE**

**PRODUCTION N°** \_\_\_\_

date : .....

Expérimentateur : .....

**Matière première**

Variété : .....

**Mesures**

Poids du lot traité : PP = .....Kg

Temps de travail : T = .....mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \text{.....Kg/h}$$

Consommation électrique : CE = .....kWh

Poids des brisures : PB = .....Kg

Poids des grains entiers : PE = .....Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \text{.....\%}$$

**Essai n°** : .....

Variété : .....  
 Quantité de produit traité : .....Kg  
 Débit machine : .....Kg/h  
 Rendement de dégermage : .....%  
 Consommation électrique : .....kWh  
 Cumul de production  
 (depuis le dernier contrôle) : .....Kg

**Observations**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE C**  
**MAINTENANCE PREVENTIVE JOURNALIERE**

date : .....

**Points contrôlés :**

Vérification du serrage des vis et boulons pour la fixation :

- de la trémie sur le bâti [ ]
- de la trappe d'admission du produit [ ]
- de la trappe de vidange de la chambre [ ]
- du module de dégermage sur le bâti [ ]
- des paliers [ ]
- du carter de protection coté entraînement [ ]
- de la table de tri vibrante (lattes, entretoises, grilles) [ ]

Contrôle visuel de l'état des grilles de séparation [ ]

Contrôle visuel de l'état des couteaux [ ]

**Observations :**

<p><b>Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs</b></p> <p><b>FICHE D</b></p> <p><b>MAINTENANCE PREVENTIVE HEBDOMADAIRE</b></p>
--

date : .....

**Points contrôlés :**

Vérification du serrage des vis et boulons pour la fixation :

- |  |     |
|--|-----|
| - de la trémie sur le bâti                                   | [ ] |
| - de la trappe d'admission du produit                        | [ ] |
| - de la trappe de vidange de la chambre                      | [ ] |
| - du module de dégermage sur le bâti                         | [ ] |
| - des paliers  | [ ] |
| - du carter de protection coté entraînement                  | [ ] |
| - de la table de tri vibrante (lattes, entretoises, grilles) | [ ] |

Contrôle de l'état des grilles de séparation	[ ]
--	-----

Contrôle visuel de l'état des couteaux	[ ]
--	-----

Vérification de la tension des courroies	[ ]
--	-----

- |  |  |
|--|--|
| - démontage du carter de protection        |  |
| - vérification de la courroie trapézoïdale |  |
| - vérification de la courroie plate        |  |

Vérification du serrage des éléments de transmission de la table de tri vibrante	[ ]
--	-----

Graissage des paliers :	rotor de dégermage	[ ]
	arbre de la table de tri	[ ]

<p><b><u>Observations :</u></b></p>
-------------------------------------



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**

date : .....

**Observations sur incident éventuel :**

Quantité de produit traité depuis la dernière fiche : ..... Kg

Cumul depuis le début des essais .....Kg

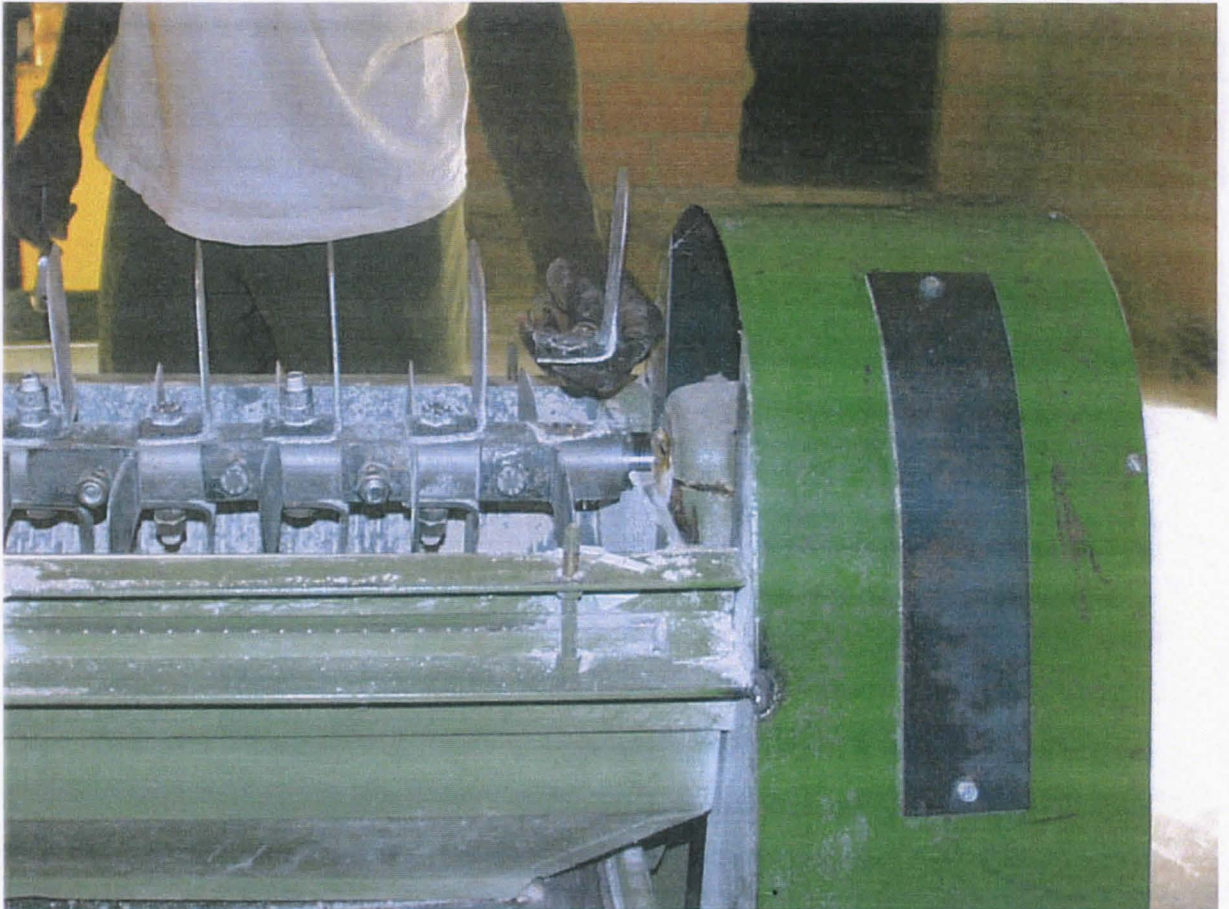
Observations sur l'usure des couteaux (forme, épaisseur) (voir fiches E BIS a, E BIS b, E BIS c)

Observations sur l'usure de la grille

Taux de lipides de la matière première (en g/100g MB).....%

Taux de lipides du produit final (en g/100g MB).....%

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS a - photo**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau I**



**PHOTO DE REPERAGE**  
**DU COUTEAU I**

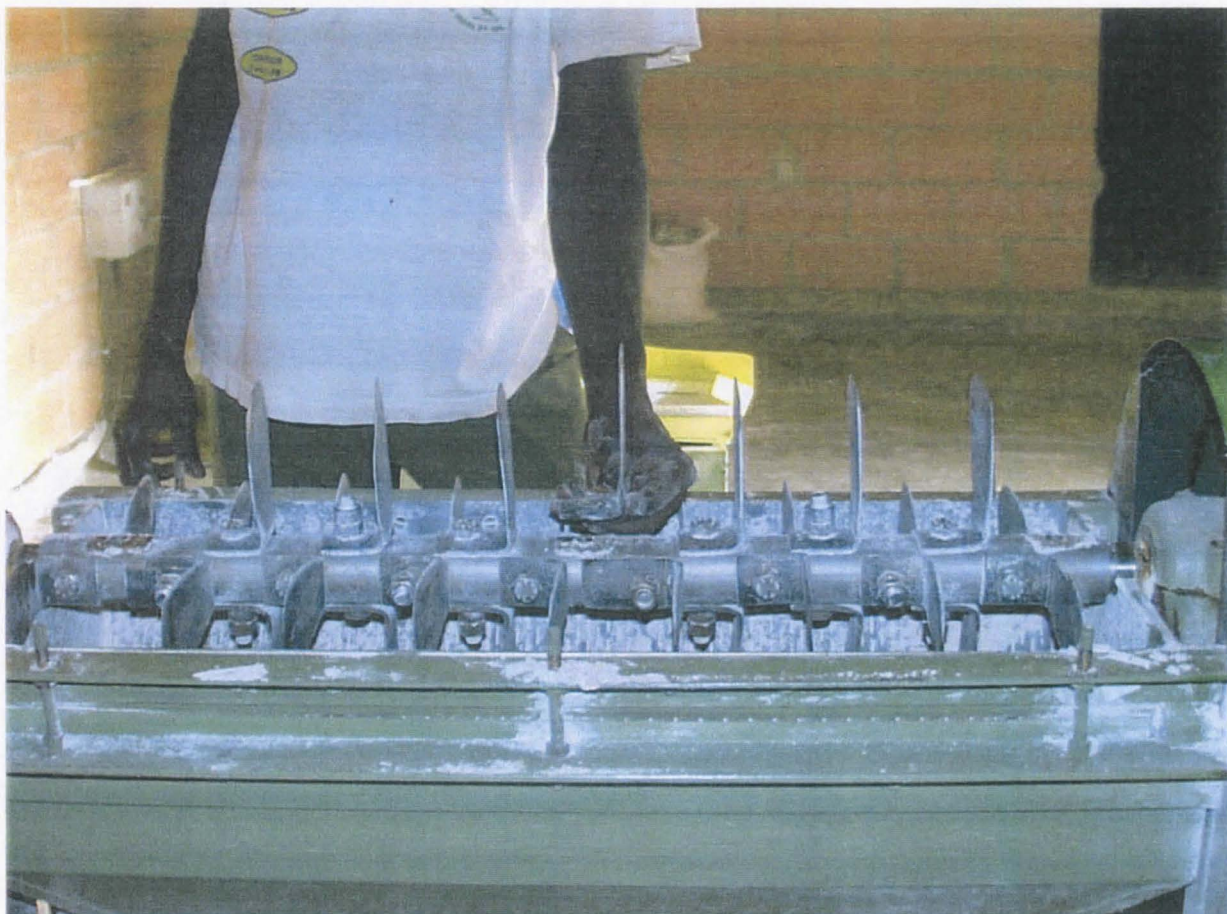


**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS a - relevé**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau I**



RELEVÉ DU CONTOUR  
DU COUTEAU I

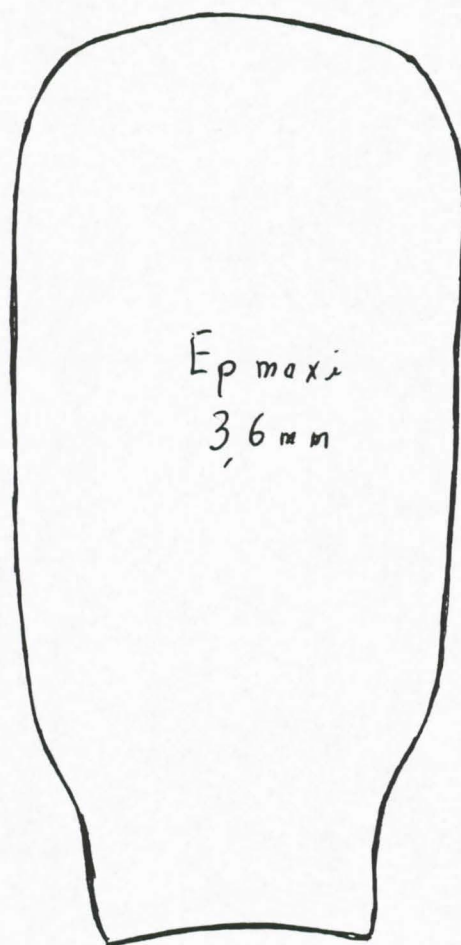
**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS b - photo**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau II**



**PHOTO DE REPERAGE**  
**DU COUTEAU II**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS b - relevé**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau II**



RELEVÉ DU CONTOUR  
DU COUTEAU II

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS c - photo**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau III**



**PHOTO DE REPERAGE**  
**DU COUTEAU III**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE E BIS c - relevé**  
**FICHE DE SUIVI PONCTUEL ou AU BOUT DE 10 T**  
**Contrôle du couteau III**



RELEVÉ DU CONTOUR  
DU COUTEAU III

## **ANNEXE G**

### **Protocole d'extraction des lipides totaux**



## Protocole d'extraction des lipides totaux (au Soxtec)

### 1. Extraction des lipides au Soxtec

- brancher le Soxtec, allumer le bain d'huile (amener la température sur 97,8°C). Ouvrir le robinet d'eau pour les condenseurs afin d'éviter l'évaporation du solvant.
- introduire les échantillons<sup>1</sup> et leurs papiers filtres dans les cartouches du Soxtec en les pliant un peu et y rajouter dessus un morceau de coton.
- peser les nacelles en aluminium avec 5 petites billes de verre après avoir vérifié qu'elles soient propres et surtout exemptes de toute trace de graisse
- verser 40 ml d'éther de pétrole dans chaque nacelle
- mettre en place les cartouches d'extraction à l'aide du portoir spécifique (elles se fixent par aimantation après avoir passé la manette sur « Boiling » puis sur retour sur « Rinsing »
- mettre en place les nacelles contenant l'éther de pétrole à l'aide du portoir spécifique et baisser la grande manette de gauche
- fermer les robinets du condenseur
- attendre 5 à 10 minutes que l'éther de pétrole remonte dans le condenseur
- ouvrir les robinets pour que l'éther de pétrole imbibe les échantillons
- mettre les petites manettes en position « Boiling » pendant 30 min
- mettre les petites manettes en position « Rinsing » pendant 1 h
- fermer les robinets des condenseurs pour que l'éther de pétrole remonte dedans
- attendre 10 minutes environ et vérifier en relevant la grande manette de gauche qu'il ne reste plus d'éther de pétrole dans les nacelles (sinon prolonger la remontée de l'éther de pétrole)
- retirer les nacelles et les placer à l'étuve à 100 °C pendant 30 minutes
- peser les nacelles préalablement refroidies dans le dessiccateur.

### 2. Calcul :

$$\frac{(\text{Pds nacelle+mat grasse})-(\text{pds nacelle vide})}{\text{pds échantillon}} \times 100 = \text{g/100g brut}$$

$$\frac{\text{g/100g brut} \times 100}{\text{MS}} = \text{g/100g sec}$$

---

<sup>1</sup> Les échantillons de maïs ont été préalablement broyés puis tamisés à 500µ

## **ANNEXE H**

**Fiche de résultats des teneurs en lipides**



**Teneur en eau et en lipides de 4 variétés de maïs  
pour l'étude de l'influence de l'intensité du dégermage  
Provenance : Burkina Faso  
UR 106 « Nutrition », IRD de Montpellier**

**MB : matière brute**

**MS : matière sèche**

N°	Echantillon	Matière sèche (en g/100g MB)	Humidité (en g d'eau /100g MB)	Lipides (en g/100g MS)	Lipides (en g/100g MB)
1	<b>SR22 / MP</b>	91,54	<b>8,46</b>	<b>4,55</b>	<b>4,17</b>
2	SR22 / 5min. / En	90,89	9,11	1,11	1,01
3	SR22 / 6min. / En	90,30	9,70	0,91	0,82
4	SR22 / 7min. / En	90,97	9,03	0,76	0,69
5	SR22 / 5min. / Br	90,96	9,04	0,76	0,69
6	SR22 / 6min. / Br	91,18	8,82	0,68	0,62
7	SR22 / 7min. / Br	91,06	8,94	0,53	0,48
8	<b>FBC6 / MP</b>	92,26	<b>7,74</b>	<b>5,19</b>	<b>4,79</b>
9	FBC6 / 5 min. / En	91,22	8,78	1,31	1,19
10	FBC6 / 6 min. / En	91,31	8,69	0,86	0,79
11	FBC6 / 5 min. / Br	91,24	8,76	0,88	0,80
12	FBC6 / 6 min. / Br	90,90	9,10	0,79	0,72
13	<b>Mamamba / MP</b>	89,01	<b>10,99</b>	<b>4,76</b>	<b>4,24</b>
14	Mam / 5 min. / En	89,49	10,51	2,16	1,93
15	Mam / 6 min. / En	89,77	10,23	1,59	1,43
16	Mam / 5 min. / Br	89,76	10,24	1,92	1,72
17	Mam / 6 min. / Br	89,86	10,14	1,41	1,27
18	<b>Massongo / MP</b>	90,85	<b>9,15</b>	<b>5,41</b>	<b>4,91</b>
19	Mas / 5 min. / En	89,66	10,34	1,59	1,43
20	Mas / 6 min. / En	89,76	10,24	1,19	1,07
21	Mas / 5 min. / Br	89,52	10,48	1,34	1,20
22	Mas / 6 min. / Br	89,97	10,03	1,08	0,97

## **ANNEXE I**

**Protocole de mesure de la dureté du maïs**



## Protocole de mesure de la dureté du maïs

### PRINCIPE

On utilise un broyeur Falling Humber Type KT 30 équipé de la tête de broyage fine, avec un écartement entre têtes de broyeur de 2.

Les grains sont conditionnés à humidité connue (15,5 % b.h.) avant la meure. 20 g sont broyés en un passage avec ouverture rapide et complète de la trappe d'alimentation du broyeur.

Le broyat est tamisé durant 5 minutes à travers un tamis de 315 µm d'ouverture de maille à l'aide d'un tamiseur à jet d'air Alpine 200 LS. Le refus au tamis de 315 µm est pesé. Des échantillons (5 g environ) sont prélevés avant et après tamisage afin d'en déterminer la teneur en eau (selon la norme AFNOR V03-707).

L'indice de dureté (I.D.) est calculé :

$$\text{I.D.} = 100 * \frac{\text{Refus (g)} * \text{MSr}}{\text{MI} * \text{MSi}}$$

Avec  
MSr = teneur en matière sèche du refus (% / b.h.)  
MSi = teneur en matière sèche initiale (% / b.h.)  
MI = Masse initiale (g) = 20 - masse de la prise d'essai pour mesure de la teneur en eau.

Les mesures sont effectuées sur deux échantillons de 20 g, et la moyenne des I.D. est calculée. Plus le grain est « tendre », plus son indice de dureté sera élevé. Les plages de valeurs suivantes (Mestres et al., 1995<sup>1</sup>) :

ID > 46 : très friable  
46 < ID < 43 : friable  
43 < ID < 41 : moyen  
< 41 : dur

### METHODE DE REFERENCE

50 g de grains sont trempés durant 1 heure, à température ambiante, dans de l'eau déminéralisée (contenant de l'azoture de sodium, 0.02 %), ressuyés puis conditionnés pendant 15 jours environ (jusqu'à équilibre) à 30°C dans une enceinte sous pression réduite (300 mbar) contenant une solution saturée de Kbr (aw=0,80) .

<sup>1</sup> Mestres C., Matencio F. & Alexandre L., 1995. *Mechanical behavior of corn kernels : development of laboratory friability test that can predict milling behavior*. Cereal Chemistry, vol.72, n°6.

## METHODE PRATIOUE

La teneur en eau des grains est déterminée selon la norme AFNOR V03-707. On calcule la quantité d'eau (Q en ml) à rajouter à 50 g de grains pour atteindre une teneur en eau de 15,5% (b.h.) à l'aide de la formule :

$$Q \text{ (ml)} = 50 * \frac{15,5 - H_i}{100 - 15,5}$$

Avec  $H_i$  = Humidité initiale des grains (% b.h.)

Les grains et l'eau sont placés dans un flacon hermétiquement clos et stockés pendant une semaine à 20°C avant détermination de l'indice de dureté.



## **ANNEXE J**

**Fiche de résultats de la dureté des variétés de maïs**

**% Matière Sèche avant essai**

	caps.	produit	caps + prdt sec	H % / b. h.	% MS i
MASSONGO	28,3465	5,1393	32,6836	15,6	84,4
MABAMBA	28,3364	4,7877	32,3863	15,4	84,6
SR 22	28,9306	5,2633	33,3734	15,6	84,4
FB C6	28,9406	5,0747	33,2252	15,6	84,4

**% Matière Sèche refus**

	caps.	produit	caps + prdt sec	H% / b. h.	% MSr
MASSONGO	28,3368	4,5283	32,2479	13,6	86,4
MABAMBA	28,3526	4,5943	32,3351	13,3	86,7
SR 22	28,9718	4,8258	33,1488	13,4	86,6
FB C6	28,3539	4,5901	32,3184	13,6	86,4

	%MS i	%MS r	masse tamis	masse produit MI	masse tamis + restant	masse refus	Indice de Dureté	Type de grains
MASSONGO	84,4	86,4	367,68	19,57	378,45	8,8	46,02	friable +
MABAMBA	84,6	86,7	367,68	17,46	376,13	9,01	52,88	très friable
SR 22	84,4	86,6	367,68	19,99	379,17	8,5	43,60	moyen - friable
FB C6	84,4	86,4	367,68	19,41	379,46	7,63	40,21	dur



## **ANNEXE K**

**Fiches d'essais de réglage des 4 variétés**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N°** 1  
Expérimentateur : .....

date : ...08/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...SR22...  
Humidité (en g/100g MB) : ...8,46...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...4,55...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,17...%

**Mesures**

Poids du lot : PP =...45...Kg  
Temps de dégermage : T =.....21...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = .....129....\text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS =..17,65...Kg  
Poids des brisures : PB =..20,40...Kg  
Poids des grains entiers : PE =..7,10....Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = ...61,11...%$$

Taux de lipides des brisures : TLB =..0,48..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE =..0,69..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = ...0,53...% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..1..**

Variété : ...SR22.....  
Humidité : .....8,46.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,17..%  
Débit machine : .....129.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....61,11.....%  
Taux de lipides produit final : .....0,53.....%

**Observations**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N°** 2  
 Expérimentateur : .....

date : ...08/02/01...

**Matière première**

Variété : ...SR22...  
 Humidité (en g/100g MB) : ...8,46...%  
 Taux de lipides (en g/100g MS) : ...4,55...%  
 Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,17...%

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Mesures**

Poids du lot : PP =...45...Kg  
 Temps de dégermage : T =.....18...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = .....150....\text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS =..17,80...Kg  
 Poids des brisures : PB =..19,00...Kg  
 Poids des grains entiers : PE =..7,90.....Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = ...59,77...%$$

Taux de lipides des brisures : TLB =..0,62..% / MB  
 Taux de lipides des grains entiers : TLE =..0,82..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = ...0,68...% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
 Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
 Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..2..**

Variété : ...SR22.....  
 Humidité : .....8,46.....%  
 Taux de lipides matière première: ...4,17..%  
 Débit machine : .....150.....Kg/h  
 Rendement de dégermage : .....59,77.....%  
 Taux de lipides produit final : .....0,68.....%

**Observations**

Rendement ? ? ?  
 Pb ? ? ?

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N° 3**

Expérimentateur : .....

date : ...08/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...SR22...  
Humidité (en g/100g MB) : ...8,46...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...4,55...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,17...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
Temps de dégermage : T = ...15...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots 180 \dots \text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..15,50...Kg  
Poids des brisures : PB = ..19,00...Kg  
Poids des grains entiers : PE = ..10,55.....Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 65,66 \dots \%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..0,69..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..1,01..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = \dots 0,80 \dots \% / MB$$

Avec A = (TLB/100) x PB  
Avec B = (TLE/100) x PE  
Avec C = PB + PE

**Essai n° : ..3..**

Variété : ...SR22.....  
Humidité : .....8,46.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,17..%  
Débit machine : .....180.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....65,66.....%  
Taux de lipides produit final : .....0,80.....%

**Observations**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N° 4**  
Expérimentateur : .....

date : ...12/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...MAMAMBA...  
Humidité (en g/100g MB) : ...10,99...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...4,76...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,24...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
Temps de dégermage : T = ...15...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots\dots 180 \dots \text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..17,60...Kg  
Poids des brisures : PB = ..15,90...Kg  
Poids des grains entiers : PE = ..11,40...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 60,66 \dots \%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..1,72..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..1,93..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = \dots 1,81 \dots \% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..4..**

Variété : ...MAMAMBA.....  
Humidité : .....10,99.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,24..%  
Débit machine : .....180.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....60,66.....%  
Taux de lipides produit final : .....1,81.....%

**Observations**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N°** 5  
Expérimentateur : .....

date : ...12/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...MAMAMBA...  
Humidité (en g/100g MB) : ...10,99...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...4,76...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,24...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
Temps de dégermage : T = ....18...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = .....150....\text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..20,30...Kg  
Poids des brisures : PB = ..17,20...Kg  
Poids des grains entiers : PE = ..8,10...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = ...56,22...%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..1,27..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..1,43..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = ...1,32...% / MB$$

Avec A = (TLB/100) x PB  
Avec B = (TLE/100) x PE  
Avec C = PB + PE

**Essai n° : ..5..**

Variété : ...MAMAMBA.....  
Humidité : .....10,99.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,24..%  
Débit machine : .....150.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....56,22.....%  
Taux de lipides produit final : .....1,32.....%

**Observations**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N° 6**  
Expérimentateur : .....

date : ...12/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...MASSONGO...  
Humidité (en g/100g MB) : ...9,15...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...5,41...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,91...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
Temps de dégermage : T = ...18...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots 150 \dots \text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..17,45...Kg  
Poids des brisures : PB = ..15,50...Kg  
Poids des grains entiers : PE = ..11,60...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 60,22 \dots \%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..0,97..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..1,07..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = \dots 1,01 \dots \% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..6..**

Variété : ...MASSONGO.....  
Humidité : .....9,15.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,91..%  
Débit machine : .....150.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....60,22.....%  
Taux de lipides produit final : .....1,01.....%

**Observations**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N°** 7  
 Expérimentateur : .....

date : ...12/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...MASSONGO...  
 Humidité (en g/100g MB) : ...9,15...%  
 Taux de lipides (en g/100g MS) : ...5,41...%  
 Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,91...%

**Mesures**

Poids du lot : PP =...45...Kg  
 Temps de dégermage : T =....15...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = .....180....\text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS =..16,60...Kg  
 Poids des brisures : PB =..14,80...Kg  
 Poids des grains entiers : PE =..13,60...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = ...63,11...%$$

Taux de lipides des brisures : TLB =..1,20..% / MB  
 Taux de lipides des grains entiers : TLE =..1,43..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = ...1,31...% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
 Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
 Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..7..**

Variété : ...MASSONGO.....  
 Humidité : .....9,15.....%  
 Taux de lipides matière première: ...4,91..%  
 Débit machine : .....180.....Kg/h  
 Rendement de dégermage : .....63,11.....%  
 Taux de lipides produit final : .....1,31.....%

**Observations**



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N° 8**  
Expérimentateur : .....

date : ...12/02/01...

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...FBC6...  
Humidité (en g/100g MB) : ...7,74...%  
Taux de lipides (en g/100g MS) : ...5,19...%  
Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,79...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
Temps de dégermage : T = ...15...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots\dots 180 \dots \text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..14,10...Kg  
Poids des brisures : PB = ..15,70...Kg  
Poids des grains entiers : PE = ..15,30...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 68,89 \dots \%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..0,80..% / MB  
Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..1,19..% / MB

$$\text{Taux de lipides du produit commercialisable } TC = \{(A + B) / C\} \times 100 = \dots 0,99 \dots \% / MB$$

Avec  $A = (TLB/100) \times PB$   
Avec  $B = (TLE/100) \times PE$   
Avec  $C = PB + PE$

**Essai n° : ..8..**

Variété : ...FBC6.....  
Humidité : .....7,74.....%  
Taux de lipides matière première: ...4,79..%  
Débit machine : .....180.....Kg/h  
Rendement de dégermage : .....68,89.....%  
Taux de lipides produit final : .....0,99.....%

**Observations**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE A**  
**ESSAI DE MISE AU POINT DES REGLAGES**

**ESSAI DE DEGERMAGE N° 9**

date : ...12/02/01...

Expérimentateur : .....

**MB : matière brute**  
**MS : matière sèche**

**Matière première**

Variété : ...FBC6...  
 Humidité (en g/100g MB) : ...7,74...%  
 Taux de lipides (en g/100g MS) : ...5,19...%  
 Taux de lipides (en g/100g MB) : ...4,79...%

**Mesures**

Poids du lot : PP = ...45...Kg  
 Temps de dégermage : T = ....18...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = .....150....\text{Kg/h}$$

Poids de sons et germe : PS = ..15,40...Kg  
 Poids des brisures : PB = ..17,10...Kg  
 Poids des grains entiers : PE = ..12,50...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = ...65,77...%$$

Taux de lipides des brisures : TLB = ..0,72..% / MB  
 Taux de lipides des grains entiers : TLE = ..0,79..% / MB

**Taux de lipides du produit commercialisable TC =  $\{(A + B) / C\} \times 100 = ...0,75...%$  / MB**  
 Avec A = (TLB/100) x PB  
 Avec B = (TLE/100) x PE  
 Avec C = PB + PE

**Essai n° : ..9..**

Variété : ...FBC6.....  
 Humidité : .....7,74.....%  
 Taux de lipides matière première: ...4,79..%  
 Débit machine : .....150.....Kg/h  
 Rendement de dégermage : .....65,77.....%  
 Taux de lipides produit final : .....0,75.....%

**Observations**



## **ANNEXE L**

**Fiches de production**

**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE B**  
**ESSAIS DE MISE EN CONDITIONS DE PRODUCTION**  
**DE LA MACHINE**

**PRODUCTION N°** \_ 1 \_

date : ...10/02/01...

Expérimentateur : .....

**Matière première**

Variété : ...SR22...

**Mesures**

Poids du lot traité : PP = ..150..Kg

Temps de travail : T = .. ?..mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots ? \dots \text{Kg/h}$$

Consommation électrique : CE = .. ? ..kWh

Poids des brisures : PB = ...55...Kg

Poids des grains entiers : PE = ...41...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 64 \dots \%$$

**Essai n°** : ...1...

Variété : .....SR22.....  
Quantité de produit traité : .....150.....Kg  
Débit machine : ..... ? ? ? ?.....Kg/h  
Rendement de dégermage : ... ? ? ? .....%  
Consommation électrique : ..... ? ?.....kWh  
Cumul de production  
(depuis le dernier contrôle) : .....150.....Kg

Observations



**Protocole d'essai d'un matériel de dégermage du maïs**  
**FICHE B**  
**ESSAIS DE MISE EN CONDITIONS DE PRODUCTION**  
**DE LA MACHINE**

**PRODUCTION N°** \_ 2\_  
Expérimentateur : .....

date : ...10/02/01...

**Matière première**

Variété : ...SR22...

**Mesures**

Poids du lot traité : PP = ..180..Kg

Temps de travail : T = .. .68...mn

$$\text{Débit } Q = (PP / T) \times 60 = \dots\dots 158,8 \dots\dots \text{Kg/h}$$

Consommation électrique : CE = .. 3..kWh

Poids des brisures : PB = ...62,5...Kg

Poids des grains entiers : PE = ...54,0...Kg

$$\text{Rendement de dégermage } R = \{(PB + PE) / PP\} \times 100 = \dots 64,72 \dots \%$$

**Essai n°** : ...2...

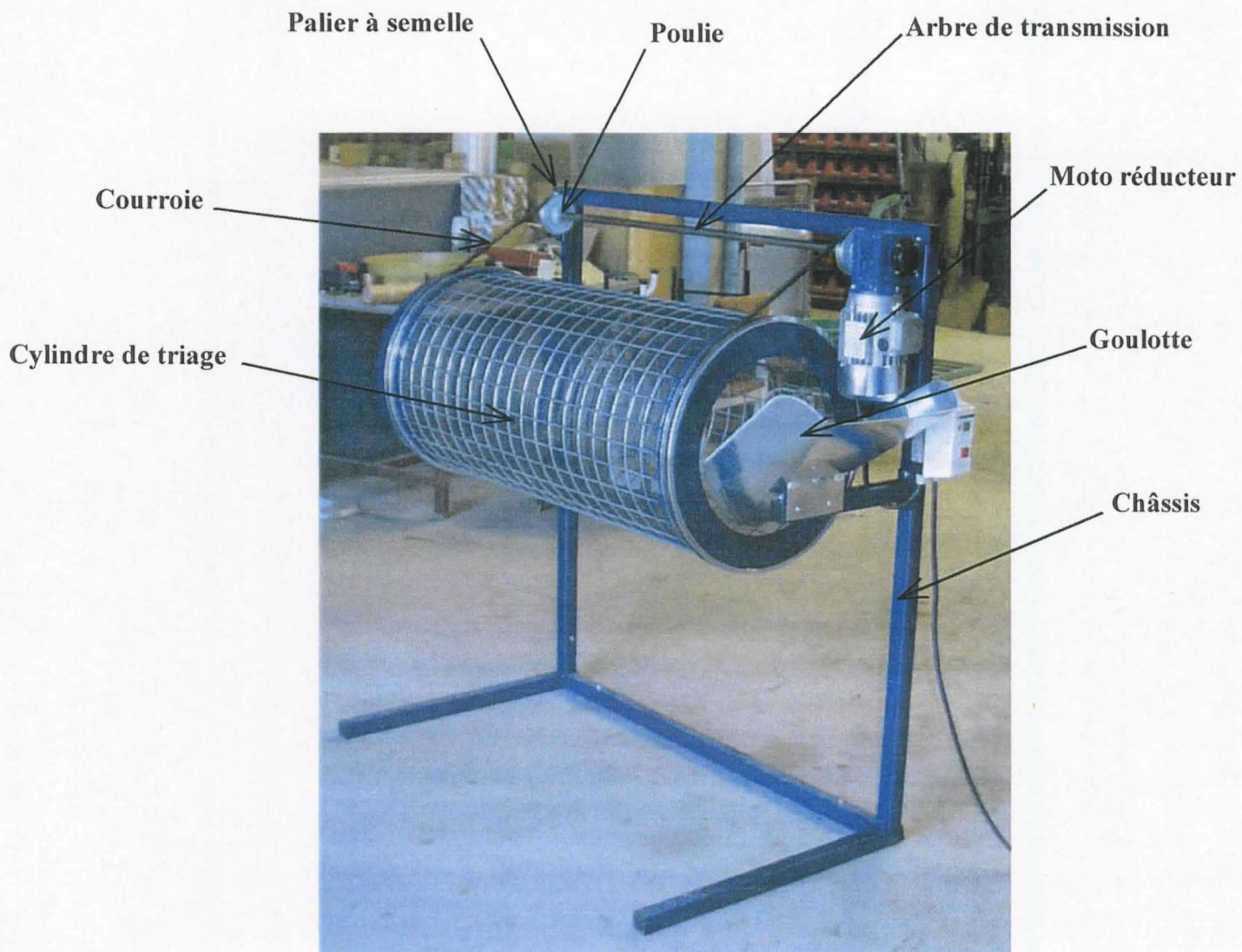
Variété : .....SR22.....  
Quantité de produit traité : .....180.....Kg  
Débit machine : .....158,8.....Kg/h  
Rendement de dégermage : ... 64,72 .....%  
Consommation électrique : ..... 3.....kWh  
Cumul de production  
(depuis le dernier contrôle) : .....330.....Kg

**Observations**

## **ANNEXE M**

**Photos du trieur rotatif**  
**Photos du pré-nettoyeur**

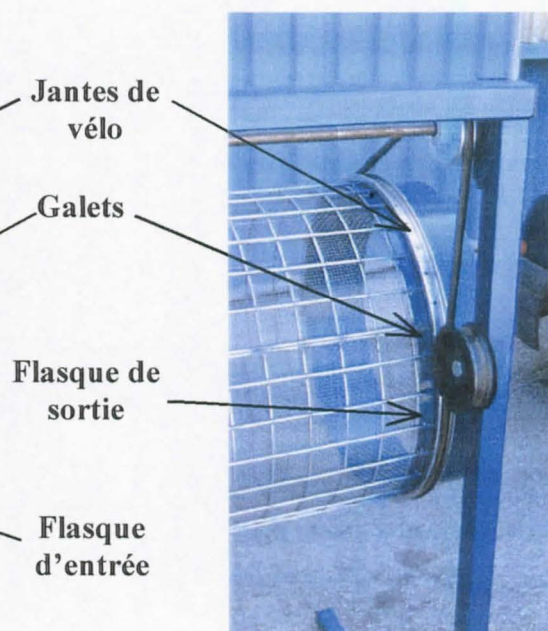




**TRIEUR**  
**VUE GÉNÉRALE**



**VUE COTE**  
**ADMISSION PRODUIT**



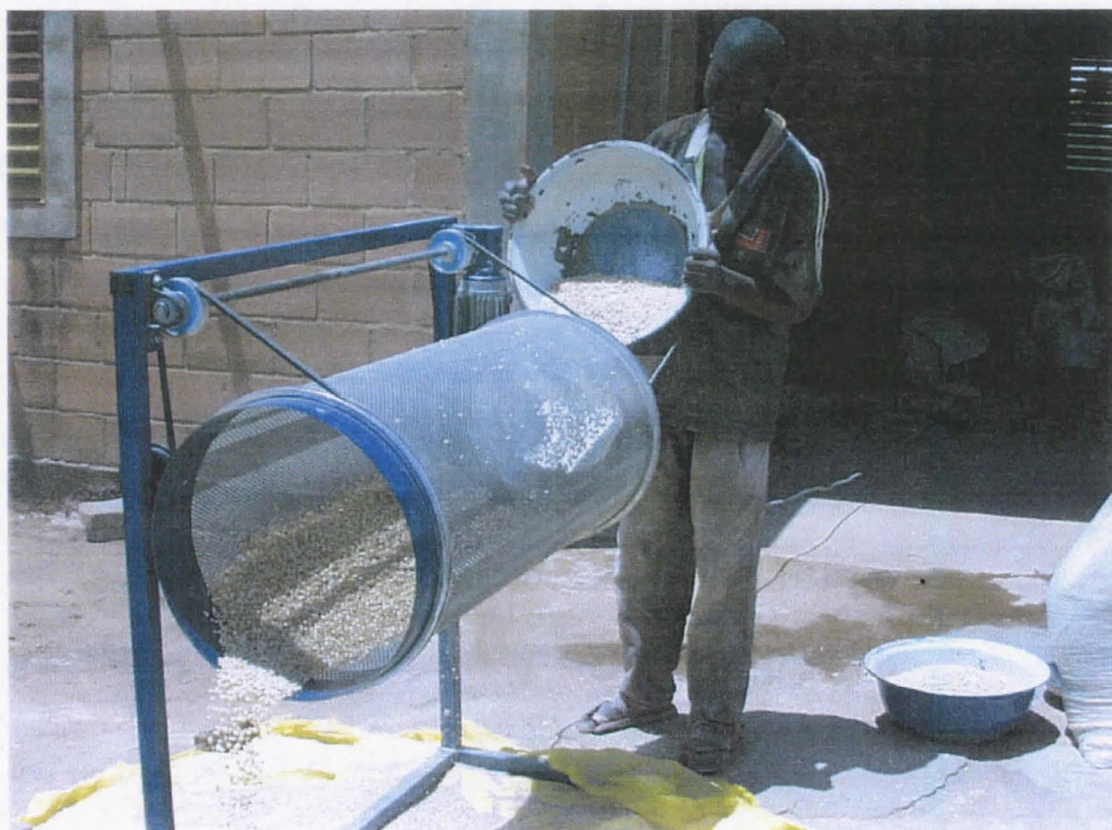
**VUE COTE**  
**SORTIE PRODUIT**



Cylindre en tôle  
perforée



VUE DU CYLINDRE DE  
PRE-NETTOYAGE



PRE-NETTOYEUR  
VUE GÉNÉRALE





**PRE-NETTOYEUR**  
**IMPURETÉS EXTRAITES**

**Impuretés  
sous le pré-nettoyeur**



**Cailloux**

**Insectes**

**Larves  
d'insectes**

**Brisures**

## **ANNEXE N**

**Évaluation technique de la dégermeuse  
Usures rencontrées (photos)**



Cornières  
rapportées sur  
les angles



Renforts sur  
les fixations

**RENFORT SUR  
TRÉMIE**



Goujon changé



**RENFORT SUR**  
**TABLE VIBRANTE**

Fer plat soudé en  
surépaisseur à  
l'intérieur



## **ANNEXE O**

**Autres versions de la dégermeuse**



**DEVEMADA** Importação e Exportação Ltda.

São Paulo, le 23 de février 2001  
réf SK 19433/01

**CIRAD**  
MONTPELLIER CEDEX 5  
FRANCE  
**ATTN.M. Michel RIVIER**

Dégermer D'Andrea, pour séparer les germes du maïs par procédé sec, avec couteaux courbes montés sur arbre central, avec moteur électrique triphasique, 220/380 V, 50/60 Hz, 1,800 Rpm, dans les suivantes modèles:

TYPE	CAPACITÉ (KG/H)	MOTEUR(HP)	PRIX (US\$)
01	50	5	<b>2,450.00</b>
02	150	7.5	<b>2,660.00</b>
03	400	12.5	<b>3,300.00</b>
04	800	25	<b>4,920.00</b>
04-D	1,600	2 x 25	<b>8,560.00</b>

Les types 1, 2 et 3 sont pour le système intermittent ou par charge. Le type 4 et 4-D travaillent dans le système continu et nous suggérons l'utilisation d'un élévateur à godets suivant:

01 Élévateur à godets, type 400, 4.00 m d'hauteur pour l'alimentation du dégermer continu, 1 Cv. **US\$ 1,700,00**

Prix total FOB - Brésil

Fret estimé Brésil/France va dépendre de la quantité de machine achetée et la faisons d'embarquement (caisse de bois pour le transport maritime ou container de 20 pieds, par avion)

Capacité du dégermer est considérée dans l'entrée du machine en maïs entier. Le flux de production en pourcentage serait le suivante ci - dessous:





**DEVEMADA** Importação e Exportação Ltda.

Réception du maïs à la dégermer:	100 %
Maïs dégerminé:	70 %
germes:	30 %

Conditions de paiement: Lettre de Crédit irrévocable, confirmée, ouverte en faveur de DEVEMADA IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA - São Paulo - Brésil payable à vue sur présentation des documents d'embarquement et valable pour une période de 60 jours.

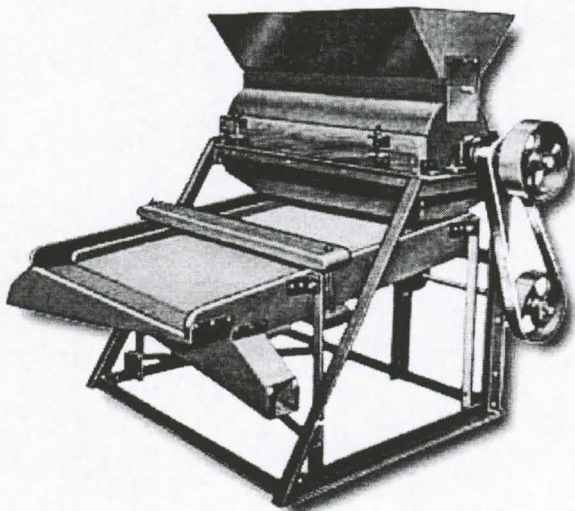
Livraison: dans le 30/4560 jours au port de Santos - Brésil.

Montage: Ces prix-là n'incluent pas les salaires d'un technicien brésilien, destinés à surveiller le montage, mettre en marche les équipements et former un personnel local sur les machineries. Le salaire par jour du technicien est US\$ 80,00 à la charge de l'importateur. Le séjour et l'alimentation du technicien seront à la charge de l'importateur aussi.

Période estimé de montage: 2/3 jours.

Validé du prix: 60 jours.

Ces prix n'incluent pas: tous les matériels électriques comment générateur électrique et toutes ses connexions jusqu'à chaque machine, tableau de commandement, etc. et les travaux maçonnerie (briques. Tous ces coûts-là seront à la charge de l'importateur.



## **ANNEXE P**

**Analyse de la rentabilité du projet**



# INVESTISSEMENTS

			Années															
	Prix (million Fcfa)	Amort. (ans)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Unités																		
Equipement de transformation/transport																		
Décortiqueur 1 t/h	8	7	2	1							2	1						
Pré-nettoyeur 1 t/h	6	7	2	1							2	1						
Epieur 1 t/h	6	7	2	1							2	1						
Tamiseur 1-2 t/h	7	7	1	1							1	1						
Broyeur 2 t/h	3	7	1		1						1		1					
Peseur-ensacheur 3-4 t/h	3	7	1								1							
Camion 20 t	7	10	1												1			
Camionnette	2	10	1												1			
Equipement de production agricole																		
Tracteur 40 chvx	10	10	2												2			
Charrue	2	5	1							1					1			
Pulvérisateur	3	5	1							1					1			
Semoir 1 ha/h	6	5	1							1					1			
Remorque	4	5	1							1					1			
Groupe électrogène 80 Kw 20.000 h	10	7	1								1							
Charrue asine + 2 ânes	3	3	12					12			12			12			12	
Autre investissement																		
Investissement déjà réalisé	36		1															
Defrichage des parcelles	7,5		1															
Magasin de stockage 2.000 t	25		3															
Fonds de roulement	150		1															

Importation Italie

Occasion

Occasion

Occasion

Importation neuf

Importation neuf

Importation neuf

Importation neuf

Importation

25.000 Fcfa par ha

Dépenses d'investissement (million Fcfa)	Total	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Equipement transformation/transport</b>																	
Décortiqueur 1 t/h		48	16	8	0	0	0	0	0	16	8	0	0	0	0	0	0
Pré-nettoyeur 1 t/h		36	12	6	0	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0
Epieur 1 t/h		36	12	6	0	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0
Tamiseur 1-2 t/h		28	7	7	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0
Broyeur 2 t/h		12	3	0	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0
Peseur-ensacheur 3-4 t/h		6	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Camion occasion 20 t		14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
Camionnette occasion		4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<b>Equipement production agricole</b>																	
Tracteur 40 cv		40	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
Charrue		6	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Pulvérisateur		9	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0
Semoir 1 ha/h		18	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0
Remorque		12	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0
Groupe électrogène 80 kw 20.000 h		20	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Charrue asine + 2 ânes		180	36	0	0	0	36	0	0	36	0	0	36	0	0	36	0
<b>Autres investissements</b>																	
Investissement réalisé		36	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defrichage des parcelles		7,5	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magasin de stockage 2.000 t		75	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fonds de roulement		150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		737,5	411,5	27	3	0	36	0	15	36	63	27	39	44	0	36	0

# DEPENSES DE FONCTIONNEMENT (en Fcfa)

Année 1      Année 2      Année 3      Année 4      Année 5      Années 6 à 15

## Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300	
Production (l)	150	300	450	600	750	900	Rendement 3l/ha

## Dépenses au champs

Ouvriers (pers.)	5	10	15	20	25	30	10 ha = 1 personne annuelle
	1 500 000	3 000 000	4 500 000	6 000 000	7 500 000	9 000 000	25 000 FCFA par mois
Encadrement (pers.)	3	3	3	3	3	3	
	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	70 000 FCFA par mois
Femmes travail agri (pers.)	60	70	80	90	90	90	
	10 800 000	12 600 000	14 400 000	16 200 000	16 200 000	16 200 000	15.000 Fcfa/mois
Triuses (pers.)	30	40	50	50	50	50	
	5 400 000	7 200 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	15.000 Fcfa/mois
Total salaire net	20 220 000	25 320 000	30 420 000	33 720 000	35 220 000	36 720 000	
Total masse salariale	22 039 800	27 598 800	33 157 800	36 754 800	38 389 800	40 024 800	9% charges
Semences (kg)	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250	7 500	25 kg par hectare
Semences (FCFA)	625 000	1 250 000	1 875 000	2 500 000	3 125 000	3 750 000	500 F le kilo
Emballages mat premiere	14 278 846	19 743 590	22 035 256	24 326 923	24 326 923	24 326 923	275 F le sac de 100 kg

Dessouchage plus que compensé par vente de bois

## Dépenses en ville

Semoule (l/an)	1 500	2 000	2 500	3 000	3 000	3 000	
Gritz (l/an)	1 750	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	
Maïs brasserie (l/an)	2 692	3 846	3 846	3 846	3 846	3 846	
Maïs cantines (l/an)	2 500	3 333	4 167	5 000	5 000	5 000	
Total maïs (l/an)	5 192	7 179	8 013	8 846	8 846	8 846	
Récup. son (l/an)	1 817	2 513	2 804	3 096	3 096	3 096	
Récup. farine (l/an)	125	167	208	250	250	250	
Maïs acheté	5042	6879	7563	8246	8096	7946	
Coût maïs	504 230 769	687 948 718	756 282 051	824 615 385	809 615 385	794 615 385	1t maïs = 100 000 FCFA
Main d'œuvre (pers.)	80	80	80	80	80	80	45 femmes + 35 ouvriers
	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	25 000 FCFA par mois
Directeur d'usine	1	1	1	1	1	1	
	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	100 000 FCFA par mois
Secrétaire et chefs d'équipe	3	3	3	3	3	3	1 secrétaire + 2 chefs d'équipe
	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	50 000 FCFA par mois
Femmes cuisine	3	5	8	10	10	10	
	540 000	900 000	1 440 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	15 000 FCFA par mois
Chauffeurs	2	2	2	2	2	2	
	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	30 000 FCFA par mois
Apprentis chauffeurs	2	2	2	2	2	2	
	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	15 000 FCFA par mois
Total salaire net	28 620 000	28 620 000	29 160 000	29 520 000	29 520 000	29 520 000	
Total masse salariale	31 195 800	31 195 800	31 784 400	32 176 800	32 176 800	32 176 800	9% charges
Service gardiennage	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	Estimation C.T.R.A.P.A
Electricité	6 000 000	6 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	Estimation C.T.R.A.P.A
Carburant Ouaga voiture	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	150 000 FCFA / mois
Carburant Ouaga camions	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	100 000 FCFA / mois
Carburant champs ville	20 769 231	28 717 949	32 051 282	35 384 615	35 384 615	35 384 615	Mat première/20 l*200km*400F le l de gaz oil
Emballages farine	700 000	933 333	1 166 667	1 400 000	1 400 000	1 400 000	140 Fcfa le sac de 25 kg
Emballages gritz+semoule	12 350 000	17 100 000	19 000 000	20 900 000	20 900 000	20 900 000	190 Fcfa le sac de 50 kg
Téléphone	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	40 000 FCFA / mois
Réparation / entretien	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	30% valeur matériel (441 millions Fcfa)
Frais financiers	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	Prêt de 7 ans à 21%

Voir  
tableaux  
production  
et chiffre  
d'affaires

Total dépenses	717 699 446	925 998 190	1 026 862 456	1 107 568 523	1 094 828 523	1 082 088 523	
Frais de gestion	6 239 160	6 239 160	6 356 880	6 435 360	6 435 360	6 435 360	20% de la masse salariale
Total dépenses (+15% imprévus)	832 529 397	1 072 072 952	1 188 202 237	1 281 104 466	1 266 453 466	1 251 802 466	



PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Annee 5	Annees 6 à 15
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------------

Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

Rendement 3 t/ha

Quantités transformées

Brasserie

Gritz (t/sem)	35	50	50	50	50	50
Maïs (t/sem)	54	77	77	77	77	77
Gritz (t/an)	1750	2500	2500	2500	2500	2500
Maïs (t/an)	2692	3846	3846	3846	3846	3846

Estimation C.TRA.PA du marché

Rendement 65%

50 semaines

50 semaines

Cantines scolaires

Semoule (t/an)	1500	2000	2500	3000	3000	3000
Maïs (t/an)	2500	3333	4167	5000	5000	5000

Estimation C.TRA.PA du marché

Rendement 60%

Total maïs (t/an)	5192	7179	8013	8846	8846	8846
Récup. son (t/an)	1817	2513	2804	3096	3096	3096
Récup. farine (t/an)	260	359	401	442	442	442

35%

5%

Rappel : les approvisionnements sont calculés au minimum (il pourrait être aussi envisagé de faire de la farine fermentée, des produits roulés...)

Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	411 250 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000
Semoule cantines	330 000 000	440 000 000	550 000 000	660 000 000	660 000 000	660 000 000
Son	101 769 231	140 717 949	157 051 282	173 384 615	173 384 615	173 384 615
Farine marchés	46 730 769	64 615 385	72 115 385	79 615 385	79 615 385	79 615 385
Total	889 750 000	1 232 833 333	1 366 666 667	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000

Prix (FCFA/t) 235 000

Prix (FCFA/t) 220 000

Prix (FCFA/t) 56 000

Prix (FCFA/t) 180 000

CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		889 750 000	1 232 833 333	1 366 666 667	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses		832 529 397	1 072 072 952	1 188 202 237	1 281 104 466	1 266 453 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466
Depenses dont IBS		832 529 397	1 072 072 952	1 188 202 237	1 281 104 466	1 371 774 406	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356
Cash flow	-411 500 000	30 220 603	157 760 381	178 464 430	183 395 534	128 725 594	121 783 644	100 783 644	73 783 644	109 783 644
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	105 320 941	111 913 891	111 913 891	111 913 891	111 913 891

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466
Depenses dont IBS	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356	1 363 716 356
Cash flow	97 783 644	92 783 644	136 783 644	100 783 644	136 783 644	136 783 644
Impôt sur les sociétés	111 913 891	111 913 891	111 913 891	111 913 891	111 913 891	111 913 891

45%

TIR	28%
-----	-----

## **ANNEXE Q**

**Analyse de sensibilité des résultats du projet à la variation des prix (maïs et produits transformés) et aux ruptures d'approvisionnement en maïs**



Simulation 1: les prix de vente des produits transformés sont supérieurs à l'hypothèse de base

PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Annee 5	Annees 6 à 15
Production agricole						
Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

Quantités transformées

Brasserie						
Gritz (t/sem)	35	50	50	50	50	50
Maïs (t/sem)	54	77	77	77	77	77
Gritz (t/an)	1750	2500	2500	2500	2500	2500
Maïs (t/an)	2692	3846	3846	3846	3846	3846

Cantines scolaires						
Semoule (t/an)	1500	2000	2500	3000	3000	3000
Maïs (t/an)	2500	3333	4167	5000	5000	5000

Total maïs (t/an)	5192	7179	8013	8846	8846	8846
Récup. son (t/an)	1817	2513	2804	3096	3096	3096
Récup. farine (t/an)	260	359	401	442	442	442

Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	416 500 000	595 000 000	595 000 000	595 000 000	595 000 000	595 000 000	Prix (FCFA/t)	238 000
Semoule marchés/GS	414 000 000	552 000 000	690 000 000	828 000 000	828 000 000	828 000 000	Prix (FCFA/t)	276 000
Son	136 298 077	188 461 538	210 336 538	232 211 538	232 211 538	232 211 538	Prix (FCFA/t)	75 000
Farine marchés/GS	62 307 692	86 153 846	96 153 846	106 153 846	106 153 846	106 153 846	Prix (FCFA/t)	240 000
Total	1 029 105 769	1 421 615 385	1 591 490 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385		

CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		1 029 105 769	1 421 615 385	1 591 490 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385
Depenses		832 529 397	1 072 072 952	1 188 202 237	1 281 104 466	1 266 453 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466
Depenses dont IBS		832 529 397	1 072 072 952	1 188 202 237	1 281 104 466	1 489 163 829	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779
Cash flow	-411 500 000	169 576 372	346 542 432	403 288 148	444 260 919	272 201 555	265 259 605	244 259 605	217 259 605	253 259 605
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	222 710 364	229 303 314	229 303 314	229 303 314	229 303 314

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385	1 761 365 385
Depenses	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466	1 251 802 466
Depenses dont IBS	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779	1 481 105 779
Cash flow	241 259 605	236 259 605	280 259 605	244 259 605	280 259 605	280 259 605
Impôt sur les sociétés	229 303 314	229 303 314	229 303 314	229 303 314	229 303 314	229 303 314

TIR 68%



## Simulation 2 : le prix d'achat du maïs passe de 100 Fcfa le kg en moyenne à 120 Fmg

### PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Années 6 à 15
<b>Production agricole</b>						
Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

### Quantités transformées

<b>Brasserie</b>						
Gritz (t/sem)	35	50	50	50	50	50
Maïs (t/sem)	54	77	77	77	77	77
Gritz (t/an)	1750	2500	2500	2500	2500	2500
Maïs (t/an)	2692	3846	3846	3846	3846	3846

<b>Cantines scolaires</b>						
Semoule (t/an)	1500	2000	2500	3000	3000	3000
Maïs (t/an)	2500	3333	4167	5000	5000	5000
Total maïs (t/an)	5192	7179	8013	8846	8846	8846
Récup. son (t/an)	1817	2513	2804	3096	3096	3096
Récup. farine (t/an)	260	359	401	442	442	442

### Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	411 250 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	Prix (FCFA/t)	235 000
Semoule cantines	330 000 000	440 000 000	550 000 000	660 000 000	660 000 000	660 000 000	Prix (FCFA/t)	220 000
Son	101 769 231	140 717 949	157 051 282	173 384 615	173 384 615	173 384 615	Prix (FCFA/t)	56 000
Farine marchés	46 730 769	64 615 385	72 115 385	79 615 385	79 615 385	79 615 385	Prix (FCFA/t)	180 000
<b>Total</b>	<b>889 750 000</b>	<b>1 232 833 333</b>	<b>1 366 666 667</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>		

### CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		889 750 000	1 232 833 333	1 366 666 667	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses		948 502 474	1 230 301 157	1 362 147 109	1 470 766 004	1 452 665 004	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004
Depenses dont IBS		948 502 474	1 230 301 157	1 362 147 109	1 470 766 004	1 474 190 752	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202
Cash flow	-411 500 000	-85 752 474	-467 824	4 519 558	-6 266 004	26 309 248	21 264 798	264 798	-26 735 202	9 264 798
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	21 525 748	29 671 198	29 671 198	29 671 198	29 671 198

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004	1 434 564 004
Depenses dont IBS	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202	1 464 235 202
Cash flow	-2 735 202	-7 735 202	36 264 798	264 798	36 264 798	36 264 798
Impôt sur les sociétés	29 671 198	29 671 198	29 671 198	29 671 198	29 671 198	29 671 198

**TIR** <0%



### Simulation 3 : le prix d'achat du maïs passe de 100 Fcfa le kg en moyenne à 110 Fmg

#### PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Années 6 à 15
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------------

##### Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

##### Quantités transformées

##### Brasserie

Gritz (t/sem)	35	50	50	50	50	50
Maïs (t/sem)	54	77	77	77	77	77
Gritz (t/an)	1750	2500	2500	2500	2500	2500
Maïs (t/an)	2692	3846	3846	3846	3846	3846

##### Cantines scolaires

Semoule (t/an)	1500	2000	2500	3000	3000	3000
Maïs (t/an)	2500	3333	4167	5000	5000	5000

Total maïs (t/an)	5192	7179	8013	8846	8846	8846
Récup. son (t/an)	1817	2513	2804	3096	3096	3096
Récup. farine (t/an)	260	359	401	442	442	442

##### Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	411 250 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	Prix (FCFA/t)	235 000
Semoule cantines	330 000 000	440 000 000	550 000 000	660 000 000	660 000 000	660 000 000	Prix (FCFA/t)	220 000
Son	101 769 231	140 717 949	157 051 282	173 384 615	173 384 615	173 384 615	Prix (FCFA/t)	56 000
Farine marchés	46 730 769	64 615 385	72 115 385	79 615 385	79 615 385	79 615 385	Prix (FCFA/t)	180 000
<b>Total</b>	<b>889 750 000</b>	<b>1 232 833 333</b>	<b>1 366 666 667</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>		

#### CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		889 750 000	1 232 833 333	1 366 666 667	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses		890 515 936	1 151 187 055	1 275 174 673	1 375 935 235	1 359 559 235	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235
Depenses dont IBS		890 515 936	1 151 187 055	1 275 174 673	1 375 935 235	1 422 982 579	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779
Cash flow	-411 500 000	-27 765 936	78 646 279	91 491 994	88 564 765	77 517 421	71 524 221	50 524 221	23 524 221	59 524 221
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	63 423 344	70 792 544	70 792 544	70 792 544	70 792 544

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235	1 343 183 235
Depenses dont IBS	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779	1 413 975 779
Cash flow	47 524 221	42 524 221	86 524 221	50 524 221	86 524 221	86 524 221
Impôt sur les sociétés	70 792 544	70 792 544	70 792 544	70 792 544	70 792 544	70 792 544

**TIR 11%**

## Simulation 4: le prix d'achat du maïs passe de 100 Fcfa le kg en moyenne à 80 Fmg

### PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Années 6 à 15
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------------

#### Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

#### Quantités transformées

##### Brasserie

Gritz (t/sem)	35	50	50	50	50	50
Maïs (t/sem)	54	77	77	77	77	77
Gritz (t/an)	1750	2500	2500	2500	2500	2500
Maïs (t/an)	2692	3846	3846	3846	3846	3846

##### Cantines scolaires

Semoule (t/an)	1500	2000	2500	3000	3000	3000
Maïs (t/an)	2500	3333	4167	5000	5000	5000

Total maïs (t/an)	5192	7179	8013	8846	8846	8846
Récup. son (t/an)	1817	2513	2804	3096	3096	3096
Récup. farine (t/an)	260	359	401	442	442	442

#### Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	411 250 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	587 500 000	Prix (FCFA/t)	235 000
Semoule cantines	330 000 000	440 000 000	550 000 000	660 000 000	660 000 000	660 000 000	Prix (FCFA/t)	220 000
Son	101 769 231	140 717 949	157 051 282	173 384 615	173 384 615	173 384 615	Prix (FCFA/t)	56 000
Farine marchés	46 730 769	64 615 385	72 115 385	79 615 385	79 615 385	79 615 385	Prix (FCFA/t)	180 000
<b>Total</b>	<b>889 750 000</b>	<b>1 232 833 333</b>	<b>1 366 666 667</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>		

### CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		889 750 000	1 232 833 333	1 366 666 667	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses		716 556 320	913 844 747	1 014 257 365	1 091 442 927	1 080 241 927	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927
Depenses dont IBS		716 556 320	913 844 747	1 014 257 365	1 091 442 927	1 269 358 060	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510
Cash flow	-411 500 000	146 193 680	315 988 586	352 409 302	373 057 073	231 141 940	222 302 490	201 302 490	174 302 490	210 302 490
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	189 116 133	194 156 583	194 156 583	194 156 583	194 156 583

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000	1 500 500 000
Depenses	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927	1 069 040 927
Depenses dont IBS	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510	1 263 197 510
Cash flow	198 302 490	193 302 490	237 302 490	201 302 490	237 302 490	237 302 490
Impôt sur les sociétés	194 156 583	194 156 583	194 156 583	194 156 583	194 156 583	194 156 583

**TIR 60%**



## Simulation 5: rupture d'approvisionnement en maïs et diminution de l'activité de 50% tous les 3 ans

### PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Années 6 à 15
<i>Production agricole</i>						
Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Rendement (t/ha)	3	3	3	3	3	3
Production (t)	150	300	450	600	750	900

#### Quantités transformées

##### Brasserie

Gritz (t/sem)	35	50	25	50	50	25
Maïs (t/sem)	54	77	39	77	77	39
Gritz (t/an)	1750	2500	1250	2500	2500	1250
Maïs (t/an)	2692	3846	1923	3846	3846	1923

Rendement 0,65  
50 semaines  
50 semaines

##### Cantines scolaires

Semoule (t/an)	1500	2000	1250	3000	3000	1500
Maïs (t/an)	2500	3333	2083	5000	5000	2500
Total maïs (t/an)	5192	7179	4006	8846	8846	4423
Récup. son (t/an)	1817	2513	1402	3096	3096	1548
Récup. farine (t/an)	260	359	200	442	442	221

Rendement 0,6  
0,35  
0,05

Rappel : les approvisionnements seront légèrement supérieurs (farine fermentée, produits roulés...)

#### Chiffre d'affaires

Gritz brasserie	411 250 000	587 500 000	293 750 000	587 500 000	587 500 000	293 750 000	Prix (FCFA/t)	235 000
Semoule cantines	330 000 000	440 000 000	275 000 000	660 000 000	660 000 000	330 000 000	Prix (FCFA/t)	220 000
Son	101 769 231	140 717 949	78 524 133	173 384 615	173 384 615	86 690 800	Prix (FCFA/t)	56 000
Farine marchés	46 730 769	64 615 385	36 057 000	79 615 385	79 615 385	39 807 000	Prix (FCFA/t)	180 000
<b>Total</b>	<b>889 750 000</b>	<b>1 232 833 333</b>	<b>683 331 133</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>1 500 500 000</b>	<b>750 247 800</b>		

### CAL CUL DE LA RENTABILITE

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Investissements	411 500 000	27 000 000	3 000 000	0	36 000 000	0	15 000 000	36 000 000	63 000 000	27 000 000
Recettes		889 750 000	1 232 833 333	683 331 133	1 500 500 000	1 500 500 000	750 247 800	1 500 500 000	1 500 500 000	750 247 800
Depenses		842 444 907	1 082 247 645	645 392 094	1 291 376 198	1 276 740 552	655 274 268	1 262 104 907	1 262 104 907	655 274 268
Depenses dont IBS		842 444 907	1 082 247 645	645 392 094	1 291 376 198	1 377 432 304	698 012 358	1 369 382 699	1 369 382 699	698 012 358
Cash flow	-411 500 000	20 305 093	147 585 689	37 939 040	173 123 802	123 067 696	37 235 442	95 117 301	68 117 301	25 235 442
Impôt sur les sociétés	0	0	0	0	0	100 691 752	42 738 089	107 277 792	107 277 792	42 738 089

	10	11	12	13	14	15
Investissements	39 000 000	44 000 000	0	36 000 000	0	0
Recettes	1 500 500 000	1 500 500 000	750 247 800	1 500 500 000	1 500 500 000	750 247 800
Depenses	1 262 104 907	1 262 104 907	1 262 104 907	1 262 104 907	1 262 104 907	1 262 104 907
Depenses dont IBS	1 369 382 699	1 369 382 699	1 031 769 209	1 369 382 699	1 369 382 699	1 031 769 209
Cash flow	92 117 301	87 117 301	-281 521 409	95 117 301	131 117 301	-281 521 409
Impôt sur les sociétés	107 277 792	107 277 792	-230 335 698	107 277 792	107 277 792	-230 335 698

**TIR 19%**

# DEPENSES DE FONCTIONNEMENT (en Fcfa)

Année 1      Année 2      Année 3      Année 4      Année 5      Années 6 à 15

Simulation 2: Prix  
d'achat du maïs 120  
Fcfa le kg

## Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

## Dépenses au champs

Ouvriers (pers.)	5	10	15	20	25	30
	1 500 000	3 000 000	4 500 000	6 000 000	7 500 000	9 000 000
Encadrement (pers.)	3	3	3	3	3	3
	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000
Femmes travail agri (pers.)	60	70	80	90	90	90
	10 800 000	12 600 000	14 400 000	16 200 000	16 200 000	16 200 000
Trieurs (pers.)	30	40	50	50	50	50
	5 400 000	7 200 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000
Total salaire net	20 220 000	25 320 000	30 420 000	33 720 000	35 220 000	36 720 000
Total masse salariale	22 039 800	27 598 800	33 157 800	36 754 800	38 389 800	40 024 800
Semences (kg)	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250	7 500
Semences (FCFA)	625 000	1 250 000	1 875 000	2 500 000	3 125 000	3 750 000
Emballages mat premiere	14 278 846	19 743 590	22 035 256	24 326 923	24 326 923	24 326 923

## Dépenses en ville

Semoule (l/van)	1 500	2 000	2 500	3 000	3 000	3 000
Gritz (l/van)	1 750	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Maïs brasserie (l/van)	2 692	3 846	3 846	3 846	3 846	3 846
Maïs cantines (l/van)	2 500	3 333	4 167	5 000	5 000	5 000
Total maïs (l/van)	5 192	7 179	8 013	8 846	8 846	8 846
Récup. son (l/van)	1 817	2 513	2 804	3 096	3 096	3 096
Récup. farine (l/van)	125	167	208	250	250	250

Maïs acheté	5042	6879	7563	8246	8096	7946
-------------	------	------	------	------	------	------

Coût maïs	605 076 923	825 538 462	907 538 462	989 538 462	971 538 462	953 538 462
-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

1t maïs = 120 000 FCFA

Main d'œuvre (pers.)	80	80	80	80	80	80
	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
Directeur d'usine	1	1	1	1	1	1
	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Secrétaire et chefs d'équipe	3	3	3	3	3	3
	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Femmes cuisine	3	5	8	10	10	10
	540 000	900 000	1 440 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Chauffeurs	2	2	2	2	2	2
	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000
Apprentis chauffeurs	2	2	2	2	2	2
	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000
Total salaire net	28 620 000	28 620 000	29 160 000	29 520 000	29 520 000	29 520 000
Total masse salariale	31 195 800	31 195 800	31 784 400	32 176 800	32 176 800	32 176 800

Service gardiennage	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Electricité	6 000 000	6 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
Carburant Ouaga voiture	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Carburant Ouaga camions	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Carburant champs ville	20 769 231	28 717 949	32 051 282	35 384 615	35 384 615	35 384 615
Emballages farine	700 000	933 333	1 166 667	1 400 000	1 400 000	1 400 000
Emballages griz+semoule	12 350 000	17 100 000	19 000 000	20 900 000	20 900 000	20 900 000
Téléphone	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000
Réparation / entretien	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000
Frais financiers	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000

Total dépenses	818 545 600	1 063 587 933	1 178 118 867	1 272 491 600	1 256 751 600	1 241 011 600
Frais de gestion	6 239 160	6 239 160	6 356 880	6 435 360	6 435 360	6 435 360
Total dépenses (+15% imprévus)	948 502 474	1 230 301 157	1 362 147 109	1 470 766 004	1 452 665 004	1 434 564 004



# DEPENSES DE FONCTIONNEMENT (en Fcfa)

Année 1      Année 2      Année 3      Année 4      Année 5      Années 6 à 15

Simulation 3: Prix  
d'achat du maïs 110  
Fcfa le kg

## Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

## Dépenses au champs

Ouvriers (pers.)	5	10	15	20	25	30
	1 500 000	3 000 000	4 500 000	6 000 000	7 500 000	9 000 000
Encadrement (pers.)	3	3	3	3	3	3
	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000
Femmes travail agri (pers.)	60	70	80	90	90	90
	10 800 000	12 600 000	14 400 000	16 200 000	16 200 000	16 200 000
Trieurs (pers.)	30	40	50	50	50	50
	5 400 000	7 200 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000
Total salaire net	20 220 000	25 320 000	30 420 000	33 720 000	35 220 000	36 720 000
Total masse salariale	22 039 800	27 598 800	33 157 800	36 754 800	38 389 800	40 024 800
Semences (kg)	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250	7 500
Semences (FCFA)	625 000	1 250 000	1 875 000	2 500 000	3 125 000	3 750 000
Emballages mat premiere	14 278 846	19 743 590	22 035 256	24 326 923	24 326 923	24 326 923

## Dépenses en ville

Semoule (t/an)	1 500	2 000	2 500	3 000	3 000	3 000
Gritz (t/an)	1 750	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Mais brasserie (t/an)	2 692	3 846	3 846	3 846	3 846	3 846
Mais cantines (t/an)	2 500	3 333	4 167	5 000	5 000	5 000
Total maïs (t/an)	5 192	7 179	8 013	8 846	8 846	8 846
Récup. son (t/an)	1 817	2 513	2 804	3 096	3 096	3 096
Récup. farine (t/an)	125	167	208	250	250	250

Maïs acheté	5042	6879	7563	8246	8096	7946
Coût maïs	554 653 846	756 743 590	831 910 256	907 076 923	890 576 923	874 076 923

1t maïs = 110 000 FCFA

Main d'œuvre (pers.)	80	80	80	80	80	80
	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
Directeur d'usine	1	1	1	1	1	1
	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Secrétaire et chefs d'équipe	3	3	3	3	3	3
	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Femmes cuisine	3	5	8	10	10	10
	540 000	900 000	1 440 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Chauffeurs	2	2	2	2	2	2
	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000
Apprentis chauffeurs	2	2	2	2	2	2
	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000
Total salaire net	28 620 000	28 620 000	29 160 000	29 520 000	29 520 000	29 520 000
Total masse salariale	31 195 800	31 195 800	31 784 400	32 176 800	32 176 800	32 176 800

Service gardiennage	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Electricité	6 000 000	6 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
Carburant Ouaga voiture	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Carburant Ouaga camions	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Carburant champs ville	20 769 231	28 717 949	32 051 282	35 384 615	35 384 615	35 384 615
Emballages farine	700 000	933 333	1 166 667	1 400 000	1 400 000	1 400 000
Emballages griz+semoule	12 350 000	17 100 000	19 000 000	20 900 000	20 900 000	20 900 000
Téléphone	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000
Réparation / entretien	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000
Frais financiers	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000

Total dépenses	768 122 523	994 793 062	1 102 490 662	1 190 030 062	1 175 790 062	1 161 550 062
Frais de gestion	6 239 160	6 239 160	6 356 880	6 435 360	6 435 360	6 435 360
Total dépenses (+15% imprévus)	890 515 936	1 151 187 055	1 275 174 673	1 375 935 235	1 359 559 235	1 343 183 235

# DEPENSES DE FONCTIONNEMENT (en Fcfa)

Année 1      Année 2      Année 3      Année 4      Année 5      Années 6 à 15

Simulation 4: prix  
d'achat du maïs 80  
Fcfa le kg

## Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300
Production (t)	150	300	450	600	750	900

## Dépenses au champs

Ouvriers (pers.)	5	10	15	20	25	30
	1 500 000	3 000 000	4 500 000	6 000 000	7 500 000	9 000 000
Encadrement (pers.)	3	3	3	3	3	3
	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000
Femmes travail agri (pers.)	60	70	80	90	90	90
	10 800 000	12 600 000	14 400 000	16 200 000	16 200 000	16 200 000
Trieuses (pers.)	30	40	50	50	50	50
	5 400 000	7 200 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000	9 000 000
Total salaire net	20 220 000	25 320 000	30 420 000	33 720 000	35 220 000	36 720 000
Total masse salariale	22 039 800	27 598 800	33 157 800	36 754 800	38 389 800	40 024 800
Semences (kg)	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250	7 500
Semences (FCFA)	625 000	1 250 000	1 875 000	2 500 000	3 125 000	3 750 000
Emballages mat premiere	14 278 846	19 743 590	22 035 256	24 326 923	24 326 923	24 326 923

## Dépenses en ville

Semoule (t/an)	1 500	2 000	2 500	3 000	3 000	3 000
Gritz (t/an)	1 750	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Maïs brasserie (t/an)	2 692	3 846	3 846	3 846	3 846	3 846
Maïs carlines (t/an)	2 500	3 333	4 167	5 000	5 000	5 000
Total maïs (t/an)	5 192	7 179	8 013	8 846	8 846	8 846
Récup. son (t/an)	1 817	2 513	2 804	3 096	3 096	3 096
Récup. farine (t/an)	125	167	208	250	250	250

Maïs acheté	5042	6879	7563	8246	8096	7946
-------------	------	------	------	------	------	------

Coût maïs	403 384 615	550 358 974	605 025 641	659 692 308	647 692 308	635 692 308
-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

1t maïs = 80 000 FCFA

Main d'œuvre (pers.)	80	80	80	80	80	80
----------------------	----	----	----	----	----	----

	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
--	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Directeur d'usine	1	1	1	1	1	1
-------------------	---	---	---	---	---	---

	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Secrétaire et chefs d'équipe	3	3	3	3	3	3
------------------------------	---	---	---	---	---	---

	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Femmes cuisine	3	5	8	10	10	10
----------------	---	---	---	----	----	----

	540 000	900 000	1 440 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
--	---------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------

Chauffeurs	2	2	2	2	2	2
------------	---	---	---	---	---	---

	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Apprentis chauffeurs	2	2	2	2	2	2
----------------------	---	---	---	---	---	---

	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Total salaire net	28 620 000	28 620 000	29 160 000	29 520 000	29 520 000	29 520 000
-------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Total masse salariale	31 195 800	31 195 800	31 784 400	32 176 800	32 176 800	32 176 800
-----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Service gardiennage	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Electricité	6 000 000	6 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000	24 000 000
-------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------

Carburant Ouaga voiture	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
-------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Carburant Ouaga camions	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
-------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Carburant champs ville	20 769 231	28 717 949	32 051 282	35 384 615	35 384 615	35 384 615
------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Emballages farine	700 000	933 333	1 166 667	1 400 000	1 400 000	1 400 000
-------------------	---------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------

Emballages gritz+semoule	12 350 000	17 100 000	19 000 000	20 900 000	20 900 000	20 900 000
--------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Téléphone	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Réparation / entretien	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000	52 000 000
------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Frais financiers	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000
------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Total dépenses	616 853 292	788 408 446	875 606 046	942 645 446	932 905 446	923 165 446
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Frais de gestion	6 239 160	6 239 160	6 356 880	6 435 360	6 435 360	6 435 360
------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Total dépenses (+15% imprévus)	716 556 320	913 844 747	1 014 257 365	1 091 442 927	1 080 241 927	1 069 040 927
--------------------------------	-------------	-------------	---------------	---------------	---------------	---------------



# DEPENSES DE FONCTIONNEMENT

Année 1      Année 2      Année 3      Année 4      Année 5      Années 6, 9, 12, 15      Années 7, 8, 10, 11, 13, 14

## Production agricole

Superficie (ha)	50	100	150	200	250	300	300
Production (l)	150	300	450	600	750	900	900

## Dépenses au champs

Ouvriers (pers.)	5	10	15	20	25	30	30
	1 500 000	3 000 000	4 500 000	6 000 000	7 500 000	9 000 000	9 000 000
Encadrement (pers.)	3	3	3	3	3	3	3
	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000	2 520 000
Femmes travail agri (pers.)	60	70	40	90	90	45	90
	10 800 000	12 600 000	7 200 000	16 200 000	16 200 000	8 100 000	16 200 000
Trieuses (pers.)	30	40	25	50	50	25	50
	5 400 000	7 200 000	4 500 000	9 000 000	9 000 000	4 500 000	9 000 000
Total salaire net	20 220 000	25 320 000	18 720 000	33 720 000	35 220 000	24 120 000	36 720 000
Total masse salariale	22 039 800	27 824 176	20 571 429	37 054 945	38 703 297	26 505 495	40 351 648
Semences (kg)	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250	7 500	7 500
Semences (FCFA)	625 000	1 250 000	1 875 000	2 500 000	3 125 000	3 750 000	3 750 000
Emballages mat premiere	14 278 846	19 743 590	11 017 417	24 326 923	24 326 923	12 163 250	24 326 923

## Dépenses en ville

Semoule (l/an)	1 500	2 000	1 250	3 000	3 000	1 500	3 000
Gritz (l/an)	1 750	2 500	1 250	2 500	2 500	1 250	2 500
Mais brasserie (l/an)	2 692	3 846	1 923	3 846	3 846	1 923	3 846
Mais cantines (l/an)	2 500	3 333	2 083	5 000	5 000	2 500	5 000
Total maïs (l/an)	5192	7179	4006	8846	8846	4423	8 846
Récup. son (l/an)	1 817	2 513	1 402	3 096	3 096	1 548	3 096
Récup. farine (l/an)	125	167	104	250	250	125	250
Mais acheté	5042	6879	3556	8246	8096	3523	7946
Coût maïs	504 230 769	687 948 718	355 633 333	824 615 385	809 615 385	352 300 000	794 615 385
Main d'œuvre (pers.)	80	80	40	80	80	40	80
	24 000 000	24 000 000	12 000 000	24 000 000	24 000 000	12 000 000	24 000 000
Directeur d'usine	1	1	1	1	1	1	1
	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000
Secrétaire et chefs d'équipe	3	3	3	3	3	3	3
	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Femmes cuisine	3	5	4	10	10	5	10
	540 000	900 000	720 000	1 800 000	1 800 000	900 000	1 800 000
Chauffeurs	2	2	2	2	2	2	2
	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000
Apprentis chauffeurs	2	2	2	2	2	2	2
	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000	360 000
Total salaire net	28 860 000	28 860 000	16 680 000	29 760 000	29 760 000	16 860 000	29 760 000
Total masse salariale	31 714 286	31 714 286	18 329 670	32 703 297	32 703 297	18 527 473	32 703 297
Service gardiennage	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Electricité	6 000 000	6 000 000	12 000 000	24 000 000	24 000 000	12 000 000	24 000 000
Carburant Ouaga voiture	1 800 000	1 800 000	900 000	1 800 000	1 800 000	900 000	1 800 000
Carburant Ouaga camions	1 200 000	1 200 000	600 000	1 200 000	1 200 000	600 000	1 200 000
Carburant champs ville	20 769 231	28 717 949	16 025 333	35 384 615	35 384 615	17 692 000	35 384 615
Emballages farine	700 000	933 333	582 400	1 400 000	1 400 000	700 000	1 400 000
Emballages gritz+semoule	12 350 000	17 100 000	9 500 000	20 900 000	20 900 000	10 450 000	20 900 000
Téléphone	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000	480 000
Réparation / entretien	60 000 000	60 000 000	60 000 000	60 000 000	60 000 000	60 000 000	60 000 000
Frais financier	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000	50 000 000
Total dépenses	726 217 932	934 742 051	557 544 582	1 116 395 165	1 103 668 516	566 098 217	1 090 941 868
Frais de gestion (20%MS)	6 342 857	6 342 857	3 665 934	6 540 659	6 540 659	3 705 495	6 540 659
Total dépenses (+15% imprévus)	842 444 907	1 082 247 645	645 392 094	1 291 376 198	1 276 740 552	655 274 268	1 262 104 907

Simulation 5: rupture d'approvisionnement en maïs tous les 3 ans entrainant une diminution de 50% de l'activité

## **RÉSUMÉ**

Dans les travaux que mène le Cirad depuis de nombreuses années sur la mise au point d'équipements de transformation, une action sur l'opération de dégermage du maïs a été initiée. Cette opération unitaire sur laquelle la demande des transformateurs africains est forte permet une bonne élimination des enveloppes et du germe afin de garantir une bonne conservation des farines et d'accroître l'offre en produits transformés sur les marchés.

La mise en place d'une dégermeuse d'origine brésilienne a été réalisée au cours de ce projet dans les locaux d'une entreprise burkinabé, la société C.TRA.P.A. de Ouagadougou.

Au cours d'une première étape, des modifications ont été apportées. Les tests et l'utilisation en conditions réelles ont confirmé les attentes : bons résultats sur l'usinage des grains mais aussi craintes fondées en matière d'usure mécanique prématurée.

Une évaluation technique et économique de la dégermeuse a été réalisée ainsi qu'un travail d'étude économique d'un projet de développement de l'entreprise partenaire.

## **MOTS CLÉS**

TRANSFORMATION

DÉGERMAGE

MAÏS

BURKINA

C.TRA.P.A.